

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

EFFETS DU VIEILLISSEMENT SUR LE TRAITEMENT DES EXPRESSIONS  
FACIALES ÉMOTIONNELLES TELS QUE RÉVÉLÉS PAR  
LES POTENTIELS ÉVOQUÉS

ESSAI DE 3<sup>e</sup> CYCLE PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE DU

DOCTORAT CONTINUUM D'ÉTUDES EN PSYCHOLOGIE  
(PROFIL INTERVENTION)

PAR  
VIRGINIE L. BLANCHETTE

AOÛT 2021

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

DOCTORAT CONTINUUM D'ÉTUDES EN PSYCHOLOGIE  
(PROFIL INTERVENTION) (D.Ps.)

**Direction de recherche :**

---

Annie Stipanivic, Ph. D.	directrice de recherche
--------------------------	-------------------------

---

Louis de Beaumont, Ph. D.	codirecteur de recherche
---------------------------	--------------------------

**Jury d'évaluation :**

---

Annie Stipanivic, Ph. D.	directrice de recherche
--------------------------	-------------------------

---

Benoit Brisson, Ph. D.	évaluateur interne
------------------------	--------------------

---

Sven Joubert, Ph. D.	évaluateur externe
----------------------	--------------------

Ce document est rédigé sous la forme d'articles scientifiques, tel qu'il est stipulé dans les règlements des études de cycles supérieurs (138) de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Le (les) article(s) a (ont) été rédigé(e) selon les normes de publication de revues reconnues et approuvées par le Comité d'études de cycles supérieurs en psychologie. Le nom du directeur de recherche pourrait donc apparaître comme coauteur de l'article soumis pour publication.

## Sommaire

Un nombre considérable d'études a montré que les jeunes adultes et les adultes âgés traitent différemment les stimuli émotionnels dans leur environnement. Alors que les jeunes adultes affichent un biais de négativité en ce sens que les informations émotionnelles négatives captent plus l'attention que les informations positives ou neutres, les adultes âgés présentent une atténuation du biais de négativité et portent davantage leur attention vers les informations positives. Parallèlement, des différences entre les jeunes et les adultes âgés sont également soulevées dans le traitement des expressions faciales émotionnelles (EFE), les adultes âgés sont moins précis et rapides à identifier les EFE que leurs homologues plus jeunes, notamment les EFE à valences négatives. Les potentiels évoqués (ERPs) ont été particulièrement utiles pour approfondir notre compréhension des fondements neurophysiologiques de l'élimination du biais de négativité au cours du vieillissement. Cependant, à ce jour, il existe peu de données scientifiques sur les mécanismes sous-jacents à l'élimination du biais de négativité spécifique au traitement des EFE chez les adultes âgés en santé. Ce projet avait pour but d'examiner l'interaction entre le vieillissement et l'élimination du biais de négativité sur une composante ERP tardive (potentiel positif tardif - LPP) impliquée dans le traitement des EFE chez des jeunes adultes (16-28 ans) et des adultes âgés (55-75 ans) en bonne santé. Trente (30) jeunes adultes et 30 adultes âgés en bonne santé ont procédé à une tâche d'identification des émotions où des visages d'expression neutre, de colère et de joie ont été présentés de façon aléatoire. Les participants ont dû identifier le plus rapidement et le plus justement possible l'émotion présentée durant l'enregistrement de l'électroencéphalogramme (EEG).

Une interaction significative groupe-valence est observée, où les adultes âgées présentent une suppression de la composante LPP lors de l'identification des EFE de colère comparativement aux EFE de joie et neutres, alors que les jeunes adultes montrent un patron d'activation inverse avec une activité cérébrale accrue de la composante LPP. Les adultes âgés présentent également une réduction générale de l'amplitude de la composante LPP pour toutes les émotions (colère, joie, neutre) comparativement au groupe de jeunes adultes. Les résultats comportementaux n'indiquent aucune différence entre les groupes quant à la justesse des réponses. Toutefois, les adultes âgés ont montré des temps de réaction significativement plus longs pour identifier les EFE que les jeunes adultes. Ces résultats suggèrent que le vieillissement module les corrélats électrophysiologiques des EFE et appuient la notion d'une atténuation du biais de négativité au cours du vieillissement normal.

## Table des matières

Sommaire .....	iv
Liste des tableaux .....	viii
Remerciements .....	ix
Introduction générale .....	1
Biais de négativité .....	2
Traitement des émotions chez les adultes âgés .....	8
Théories du vieillissement émotionnel .....	10
Socioemotional Selectivity Theory .....	10
Aging Brain Model .....	12
Méthode d'investigation – Électrophysiologie .....	14
LPP .....	15
Différence entre IAPS et EFE .....	18
Reconnaissance des EFE et vieillissement .....	19
Chapitre 1. Age-related differences in negativity bias to emotional facial expressions: An Event-Related Potentials (ERP) study .....	24
Abstract .....	26
Introduction .....	28
Methods .....	32
Participants .....	32
Procedure .....	33
Materials .....	34

Clinical questionnaires.....	34
EFE identification Task .....	34
Electrophysiological data acquisition .....	36
Event-related potentials analysis .....	36
Statistical Analyses .....	37
Results .....	38
EFE Task: Behavioral Measures.....	38
EFE Task: Electrophysiological Measures .....	39
Discussion .....	41
Conclusion .....	46
References .....	48
Discussion générale.....	57
Suppression de la composante LPP liée au biais de négativité chez les adultes âgés .....	58
Suppression de l'activité générale de la composante LPP chez les adultes âgés.....	63
Données comportementales .....	65
Limites de cette étude .....	67
Considérations futures .....	67
Conclusion générale .....	69
Références générales .....	71



## Liste des tableaux

### Tableau

1	Demographic and clinical information across groups .....	49
2	Mean reaction times (ms) and mean response accuracy (%) during the EFE task .....	49

## **Remerciements**

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers mon directeur de recherche, Louis de Beaumont. Notre rencontre au baccalauréat a été déterminante pour mon avenir professionnel. Merci de m'avoir permis d'évoluer dans un cadre d'étude rigoureux où j'ai pu m'épanouir autant intellectuellement, professionnellement que personnellement. La solide formation que vous un cadre d'études m'avez dispensée est pour moi significative et grâce à la confiance que vous m'avez accordée, j'ai pu développer mon autonomie professionnelle. Je vous remercie sincèrement pour votre franchise, votre patience, votre grande disponibilité et pour m'avoir toujours encouragée à poursuivre mes ambitions.

Je ne peux passer sous silence mes collègues de travail, particulièrement Christelle Beaulieu et Frédérique Carrier-Toutant, deux bonnes amies, qui m'ont accueillie au laboratoire et accompagnée tout au long de mon doctorat. Merci, Christelle, pour ton soutien exceptionnel lors de cette phase critique que fut la rédaction de mon article scientifique. La qualité et la rigueur de ton travail sont pour moi un exemple à suivre. Un énorme merci à Alexandre Castonguay, un ami de longue date, de ton soutien à la persévérance. Mon parcours n'aurait pas été le même sans votre écoute et votre présence.

J'adresse aussi mes remerciements à ma mère qui m'a permis de traverser avec fierté l'ensemble de mes études universitaires. Ton support fut précieux, nos discussions furent encourageantes, et ton écoute et ton appui furent inestimables. Je tiens finalement à

remercier spécifiquement l'accompagnement et les encouragements de mon conjoint dans l'écriture de l'article scientifique et de l'essai.

## **Introduction générale**

Le nombre de gens âgés de plus de 65 ans n'a cessé d'augmenter au cours des cent dernières années. Selon le rapport mondial sur le vieillissement et la santé (Organisation mondiale de la santé, 2016), en 2000, les adultes de plus de 65 ans représentaient environ 11 % de la population. Actuellement, cette population a atteint son niveau le plus élevé et il est estimé que d'ici 2050, ceux-ci représenteront 22 % de la population mondiale. Le vieillissement démographique précipite les domaines de la recherche scientifique à répondre avec acuité aux enjeux notamment biologiques, psychologiques et sociaux qui jalonnent le processus de vieillissement. Compte tenu de l'importance des capacités cognitives, il n'est pas surprenant que le lien entre la cognition et le vieillissement soit étudié depuis des années et continue d'être un domaine de recherche actif. Des travaux suggèrent l'existence de modifications importantes dans le traitement des informations émotionnelles au cours du vieillissement normal (Carstensen & DeLiema, 2018; Reed & Carstensen, 2012). Les principales observations réalisées sur la base de ces études remettent en question la force ou même la valeur que l'homme attribue aux informations négatives au cours du vieillissement et feront l'objet de cet essai.

### **Biais de négativité**

Le biais de négativité est un principe psychologique selon lequel les événements négatifs sont plus saillants, puissants, dominants lors de combinaisons que les événements positifs (Baumeister, Bratslavsky, Finkenauer, & Vohs, 2001; Rozin & Royzman, 2001).

Essentiellement, ce phénomène reflète que les humains ont généralement tendance à réagir fortement, à être plus attentif et à donner plus de poids aux éléments négatifs de leur environnement. Baumeister et ses collaborateurs (2001) ont fait valoir qu'un biais de négativité chez l'homme est tellement fiable qu'il peut être considéré comme un principe fondamental du comportement humain. Des preuves empiriques soutenant le biais de négativité ont été accumulées à partir d'une grande variété de paradigmes et de domaines de recherche, et résumées dans plusieurs articles de synthèse publiés il y a 20 à 30 ans (Baumeister et al., 2001; Cacioppo & Gardner, 1999; Rozin & Royzman, 2001; Taylor, 1991).

Rozin et Royzman (2001) proposent quatre mécanismes selon lesquels il existe un biais général, basé sur les prédispositions innées et sur les expériences chez les animaux et les humains, à donner plus de poids aux stimuli négatifs de l'environnement. Le principe de la puissance négative soutient que les événements négatifs sont subjectivement plus saillants et puissants que leurs homologues positifs d'ampleur équivalente. Ceci est au cœur du phénomène d'aversion aux pertes : les gens exigeront beaucoup plus pour renoncer à quelque chose qu'ils possèdent (une perte) qu'ils ne paieront pour acquérir ce même objet lorsqu'ils ne le possèdent pas (un gain) (Kahneman, Knetsch, & Thaler, 1990; Tversky & Kahneman, 1991). Un autre type de biais de négativité est le gradient négatif. Il y a des preuves que la négativité des événements négatifs croît plus rapidement dans l'espace et le temps que la positivité des événements positifs (Brown, 1948; Cacioppo & Berntson, 1994). Le principe de la dominance de la négativité soutient que lorsque des

entités négatives et positives égales sont combinées, les évaluations sont plus négatives que la somme algébrique ne le prédirait. Ainsi, si perdre 100 \$ est pire que gagner 100 \$ est bon, nous avons un exemple de puissance de la négativité. Mais si nous constatons ensuite que perdre 100 \$ est aussi mauvais que gagner 150 \$ est bon, alors nous avons une domination de la négativité. Le dernier type est la différenciation négative affirmant que les informations négatives sont considérées plus élaborées, complexes et engagent un répertoire de réponses plus larges que les informations positives (Czapiński, 1985; Peeters, 1971).

Il existe un accord général que le biais de négativité a une fonction évolutive et adaptative (Rozin & Royzman, 2001). Les événements qui peuvent avoir des effets négatifs sur l'individu sont généralement plus urgents que les événements qui entraînent des conséquences souhaitables. Éviter le danger pour son bien-être, comme prévenir la mort, nécessite une réponse immédiate. En comparaison, les activités à valeur positive, telles que l'alimentation et la procréation, sont moins urgentes, bien qu'elles soient d'une importance cruciale à long terme, le plaisir est simplement moins urgent que la douleur. Autrement dit, les humains sont biologiquement préparés à réagir aux stimuli menaçants puisqu'ils augmentent les chances de survie (Öhman, 2005; Öhman & Dimberg, 1978; Öhman, Eriksson, & Olofsson, 1975; Seligman, 1970). Par conséquent, l'avantage adaptatif est de répondre rapidement et avec peu d'effort aux menaces potentielles (Öhman & Mineka, 2001). Chez les humains, les processus cognitifs rapides et sans effort ont été qualifiés d'automatiques, c'est-à-dire qu'ils peuvent se produire sans l'intention

ou le contrôle de celui qui perçoit (Bundesen, 1990; Bundesen, Habekost, & Kyllingsbaek, 2005; Logan, 1992; Shiffrin & Czerwinski, 1988). Ainsi, les recherches sur la vigilance s'appuient sur l'évaluation automatique que l'humain porte envers son environnement et démontrent que les stimuli indésirables (négatifs) sont plus susceptibles d'attirer l'attention que les stimuli désirables (positifs).

Le biais de négativité a été documenté dans un large éventail de domaines, y compris le domaine cognitif, émotionnel et social (voir la revue de Taylor, 1991). Des études comportementales ont montré que les événements négatifs recrutent les ressources attentionnelles plus rapidement, ou automatiquement, par rapport aux événements positifs. Hansen et Hansen (1988) ont effectué l'une des premières recherches et traitaient la recherche de visages négatifs et positifs dans une foule d'autres visages. Les participants devaient identifier une EFE cible parmi d'autres visages. Les auteurs ont signalé un effet de supériorité de l'émotion de colère, et les temps de réaction étaient beaucoup plus rapides que pour les visages heureux. D'autres études similaires qui utilisent des paradigmes de recherche visuelle (visage dans une foule) rapportent une plus grande capture attentionnelle vers les EFE négatives (Öhman, Lundqvist, & Esteves, 2001; Pinkham, Griffin, Baron, Sasson, & Gur, 2010). Un autre exemple de biais de négativité sur l'attention et la saillance provient d'une étude *Stroop* modifiée de Pratto et John (1991). Pour cette étude, les mots agréables et non agréables ont été présentés à l'encre de couleur et les jeunes participants ont été invités à nommer seulement la couleur des mots. Les temps de réaction étaient plus longs pour les mots désagréables, indiquant ainsi plus de



distractions par ceux-ci. En outre, le rappel des mots désagréables était meilleur que les mots agréables, soulignant ainsi qu'une plus grande attention a été accordée à ces mots pour améliorer le rappel. D'autres recherches en laboratoire rapportent une vitesse plus élevée de localisation des stimuli ainsi qu'une meilleure précision envers les stimuli négatifs (Brosch, Sander, Pourtois, & Scherer, 2008; Buchner, Rothermund, Wentura, & Mehl, 2004; Öhman et al., 2001; Smith, Cacioppo, Larsen, & Chartrand, 2003).

Un paradigme comportemental, soit le conditionnement par la peur, a été utilisé pour comprendre le biais de négativité dans le domaine émotionnel (David & Whalen, 2001; LeDoux, 2000, 2003). Les phobies ou les incidents traumatiques représentent un domaine dans lequel un biais attentionnel et un apprentissage négatif rapide suffisent pour produire et maintenir de fortes réponses négatives (Cisler, Bacon, & Williams, 2009; Cisler & Olatunji, 2010; van Bockstaele et al., 2014). D'autres études soulignent que les stimuli négatifs sont des déterminants de l'humeur beaucoup plus puissants que les événements positifs. Un nombre de troubles psychologiques a été associé à des biais de négativité dans le style cognitif (Abramson, Metalsky, & Alloy, 1989; Riskind, Williams, Gessner, Chrosniak, & Cortina, 2000) tels que les biais mnésiques pour les informations négatives dans la dépression (Beck, 1987; Platt, Waters, Schulte-Koerne, Engelmann, & Salemink, 2017). Beck (1976) démontre le rôle prépondérant des cognitions négatives dans la dépression ainsi qu'une théorie de la triade cognitive négative dans laquelle la dépression résulte de schémas de cognitions négatives à propos de soi, de l'avenir et du monde environnant. Dans le même ordre d'idée, une quantité considérable de preuves s'est

accumulée concernant les biais attentionnels face à la menace dans l'anxiété (Mathews & Macleod, 1985; Mogg & Bradley, 1998). Ces tendances pathologiques portent une ressemblance frappante avec la dominance de la négativité.

De même, au niveau social, l'augmentation des comportements positifs dans une relation n'affectera pas autant la relation que la diminution des comportements négatifs. Ainsi, la présence ou l'absence de comportements négatifs est plus étroitement liée à la qualité et à la satisfaction des relations interpersonnelles que la présence ou l'absence de comportements positifs (Gottman & Krokoff, 1989; Huston & Vangelisti, 1991). Ceci est également vrai pour la formation des impressions des autres (Fiske, 1980; Peeters & Czapinski, 1990; Risky & Birnbaum, 1974; Skowronski & Carlston, 1987).

Par voie de conséquence, l'homme est beaucoup plus motivé par une tâche qui consiste à éviter une expérience négative que le contraire. Les nombreuses études montrent clairement qu'il y a quelque chose de spécial dans le traitement et l'impact des informations négatives. Cependant, aucun des auteurs mentionnés ci-dessus n'a fait de prédiction sur la stabilité du biais de négativité au cours du développement, bien que l'hypothèse semble être que le biais de négativité est invariant en fonction de l'âge. Cela contraste avec les récents travaux sur le vieillissement, et certains remettent en question la force ou même la présence du biais de négativité dans plusieurs domaines à mesure que les gens vieillissent.

### **Traitement des émotions chez les adultes âgés**

Plusieurs études ont montré que les jeunes adultes et les adultes âgés traitent différemment les stimuli émotionnels dans leur environnement. Tel que mentionné précédemment, les jeunes adultes présentent un biais de négativité en priorisant et en investissant davantage leurs ressources cognitives envers les stimuli émotionnels négatifs comparativement à ceux qui sont neutres ou positifs (Baumeister et al., 2001). Au contraire, cette tendance s'atténue et disparaît au cours du vieillissement normal et, parfois, évolue vers une préférence relative pour les informations positives comparativement aux informations négatives ou neutres (Feng, Courtney, Mather, Dawson, & Davison, 2011; Kisley, Wood, & Burrows, 2007; Leclerc & Kensinger, 2008; Williams et al., 2006; Wood & Kisley, 2006). Cette modulation de la préférence émotionnelle avec l'âge est appelée « l'effet de positivité ». L'effet de positivité peut survenir de deux manières chez les adultes âgés par rapport aux jeunes adultes. Premièrement, elle peut résulter d'une amélioration de la positivité, c'est-à-dire d'une plus grande facilitation du traitement cognitif des informations positives comparativement aux informations négatives ou neutres, connu sous le nom de « biais de positivité ». Deuxièmement, elle peut survenir d'une réduction du traitement cognitif du matériel négatif par rapport au matériel positif ou neutre; ce qu'on appellerait une « élimination du biais de négativité ». Autrement dit, les résultats d'études reflétant un effet de positivité objectivent la présence d'un biais de négativité chez la population de jeunes adultes qui se transforme en biais de positivité et/ou en une élimination du biais de négativité lorsque les gens vieillissent.

La diminution du traitement des informations négatives par rapport aux informations positives a été documentée à travers une variété de domaines (pour une revue, voir Mather & Carstensen, 2005). Des études sur l'attention visuelle montrent que les adultes âgés dirigent moins leur regard vers les stimuli négatifs et davantage vers les stimuli positifs, tandis que les jeunes adultes ne présentaient pas de tels biais (Isaacowitz, Wadlinger, Goren, & Wilson, 2006a, 2006b; Mather & Carstensen, 2003; Tomaszczyk & Fernandes, 2014). Ces résultats émergent aussi dans les domaines de la prise de décision (Kim, Healey, Goldstein, Hasher, & Wiprzycka, 2008; Lockenhoff & Carstensen, 2007; Mather & Johnson, 2000), de la mémoire à court terme (Charles, Mather, & Carstensen, 2003; Emery & Hess, 2008; Kensinger, Brierley, Medford, Growdon, & Corkin, 2002; Leigland, Schulz, & Janowsky, 2004; Mather & Carstensen, 2003; Thomas & Hasher, 2006) et de la mémoire autobiographique (Charles et al., 2003; Kennedy, Mather, & Carstensen, 2004). Par ailleurs, ce phénomène est observé avec différents stimuli tels que des listes de mots (Piguet, Connally, Krendl, Huot, & Corkin, 2008), des visages émotionnels (Leigland et al., 2004; Mather & Carstensen, 2003; Sava, Krolak-Salmon, Delphin-Combe, Cloarec, & Chainay, 2017), du contenu d'informations concernant la santé (Shamaskin, Mikels, & Reed, 2010) et sur l'interprétation de situations socialement ambiguës (Mikels & Shuster, 2016). Tout bien considéré, il existe un renversement, lié au vieillissement normal, dans le traitement cognitif des valences émotionnelles. Ensemble, ces études remettent en question la dominance des informations négatives dans plusieurs domaines à mesure que les gens vieillissent.

### **Théories du vieillissement émotionnel**

Malgré les preuves convergentes à l'appui d'une élimination du biais de négativité au cours du vieillissement, les mécanismes sous-jacents permettant d'expliquer l'apparition de ces phénomènes sont encore nébuleux et plusieurs cadres théoriques ont été proposés pour rendre compte des modifications des processus de traitement de l'information au cours du vieillissement.

#### **Socioemotional Selectivity Theory**

La théorie motivationnelle dite *Socioemotional Selectivity Theory* (ou SST, Carstensen, Isaacowitz, & Charles, 1999) est le cadre interprétatif dominant dans la littérature sur le vieillissement émotionnel. À mesure que les gens vieillissent et que le temps commence à être perçu limité, les changements de motivation favorisent la poursuite des objectifs significatifs sur le plan émotionnel et social, soit le maintien d'un état affectif positif et l'optimisation d'un bien-être personnel (Carstensen et al., 1999; Carstensen, Mikels, & Mather, 2006). Autrement dit, une perception temporelle limitée entraîne l'activation chronique des objectifs liés à la signification émotionnelle et influence les préférences en matière de motivation, ce qui modifie la hiérarchie des objectifs. Par conséquent, les émotions positives seront prioritaires et les adultes âgés réaffecteront leurs ressources pour obtenir des émotions positives (biais de positivité) et réduire les émotions négatives (élimination du biais de négativité). Des études rapportent que le bien-être émotionnel et social (recherche d'émotions et de sens) primerait sur l'acquisition d'expériences et de nouvelles connaissances (Lang & Carstensen, 2002). La

manipulation du temps dans certaines recherches démontre d'une manière plus évidente qu'il existe une relation entre la perspective du temps et l'effet de positivité. En fait, ces études démontrent que lorsque la perspective du temps paraît plus courte, cela augmente la perception positive de l'environnement (Kellough & Knight, 2012) et d'un rappel positif en mémoire (Barber, Opitz, Martins, Sakaki, & Mather, 2016).

Puisque les aînés mobilisent davantage d'effort pour maintenir leur niveau de bien-être et un état affectif positif, ces changements résultent d'efforts volontaires qui sont mis en œuvre par des mécanismes de contrôle cognitif (Mather & Knight, 2005). En ce sens, les personnes vieillissantes doivent contrer le phénomène naturel traitant des émotions négatives afin d'atteindre leurs buts prédisposés. Inspiré du modèle SST, Williams et al. (2006) ont tenté de rendre compte des données en neuroimagerie et en électrophysiologie mettant en évidence un contrôle plus important du cortex préfrontal médian sur les stimuli négatifs et un contrôle moins grand de cette même région sur les stimuli positifs. Cette étude propose un modèle intégratif dans lequel les expériences de vie accumulées et les changements motivationnels observés au cours du vieillissement contribuent à la plasticité des systèmes frontaux médiaux, permettant un meilleur contrôle sélectif des fonctions émotionnelles. Selon ces auteurs, l'attention portée sur la régulation des émotions devient donc importante et implore d'inclure cette notion qui se voit manifestement améliorée au cours du vieillissement. Ces changements cognitifs se traduiraient par une meilleure aptitude à modifier activement la signification émotionnelle attribuée à un événement en privilégiant par exemple la réévaluation cognitive. D'autres types de stratégies de

régulation émotionnelle/cognitive, soit la réorientation de l'attention et la sélection des situations émotionnelles, deviennent aussi de bons exemples de stratégies utilisées lors de l'élimination du biais de négativité (Ruffman, Henry, Livingstone, & Phillips, 2008); ce qui conférerait aux aînés des taux de dépression plus faibles, des taux plus élevés d'affects positifs, de satisfaction de vie et des relations émotionnellement satisfaisantes (Carstensen, Pasupathi, Mayr, & Nesselroade, 2000; Gross & John, 2003).

**Aging Brain Model.** Dérivé des neurosciences sociales, le *Aging Brain Model* (Cacioppo, Berntson, Bechara, Tranel, & Hawkley, 2011) tente d'expliquer le lien entre le traitement affectif et les modifications des fonctions cérébrales liées à l'âge. Selon cette théorie, les changements liés à l'âge au niveau des fonctions cérébrales conduisent à une détérioration cognitive aux régions traitant spécifiquement les émotions négatives, notamment l'amygdale (Gunning-Dixon et al., 2003; Mather et al., 2004; Roalf, Pruis, Stevens, & Janowsky, 2011; St-Jacques, Dolcos, & Cabeza, 2010; Tessitore et al., 2005). Il est prouvé selon certaines études que les lésions de l'amygdale entraînent une diminution de l'excitation émotionnelle en réponse à des stimuli négatifs, similaires à la diminution de l'excitation émotionnelle pour les stimuli négatifs observée chez les adultes plus âgés (Adolphs, Russell, & Tranel, 1999; Berntson, Bechara, Damasio, Tranel, & Cacioppo, 2007; Winston, Gottfried, Kilner, & Dolan, 2005). En conséquence, la dégénérescence de cette région inhiberait les réponses neuronales et affectives aux informations négatives, mais non positives. Par conséquent, les adultes plus âgés répondent préférentiellement aux stimuli positifs parce que ceux-ci évoquent toujours des

niveaux accrus d'excitation contrairement aux stimuli négatifs. Ces hypothèses sont soutenues par les résultats de dégénérescence axonale (Allen, Bruss, Brown, & Damasio, 2005) et de la perte de la matière grise (Ochsner & Gross, 2005; West, 1996). Selon Cacioppo et al. (2011), ce phénomène qui conduit à une réduction de l'intensité des expériences négatives constituerait un bon moyen de régulation émotionnelle. Cette théorie suggère que l'élimination du biais de négativité chez les adultes âgés résulte d'une conséquence involontaire de changements neurobiologiques spécifiques associés au vieillissement (Calder et al., 2003; Ruffman et al., 2008).

Bien que chacune des hypothèses obtienne plusieurs preuves à leur appui, il n'est pas encore clair si l'élimination du biais de négativité qui apparaît au cours du vieillissement reflète des changements délibérés motivationnels ou des effets secondaires non intentionnels à la diminution des capacités cognitives. Certains auteurs supportent (Williams et al., 2006), d'autres ne supportent pas l'hypothèse explicative SST (Foster, Davis, & Kisley, 2013). Par ailleurs, certaines études réfutent la théorie du *Aging Brain Model*, puisqu'il existerait des preuves que l'amygdale serait relativement préservée des dommages structuraux liés à l'âge (St-Jacques, Bessette-Symons, & Cabeza, 2009). Kalenzaga, Lamidey, Ergis, Clarys et Piolino (2016) ont étudié l'origine du biais de positivité auprès d'une population vieillissante saine et souffrant de la maladie d'Alzheimer et leurs résultats ne soutiennent pas pleinement l'une ou l'autre des théories. Quoi qu'il en soit, les théories explicatives suggèrent que le traitement des émotions



positives est préservé, voire amélioré avec l'âge et conforte l'idée selon laquelle l'âge influe sur le traitement des informations négatives.

### **Méthode d'investigation – Électrophysiologie**

Les changements dans le traitement des émotions chez les personnes plus âgées sont donc bien documentés à ce jour. Cependant, les mécanismes neuronaux sous-jacents aux changements dans le traitement des émotions négatives n'ont pas été définitivement établis. Les potentiels cérébraux liés à un événement avec une résolution temporelle élevée constituent une des mesures les plus directes, précises et objectives afin d'approfondir la compréhension du traitement neurophysiologique des stimuli émotionnels (de Dieuleveult, Siemonsma, van Erp, & Brouwer, 2017). Cette technique permet l'enregistrement des modifications du potentiel électrique du cerveau produit par le système nerveux à la suite d'un stimulus externe (p. ex., visages, objets, etc.) ou l'exécution d'une réponse manuelle (p. ex., tâche de catégorisation sémantique, de reconnaissance, etc.) (Luck & Kappeman, 2011). Cet enregistrement offre une sensibilité au processus temporel de l'information présenté et indique en termes de millisecondes à quelles étapes du traitement les informations sont traitées.

L'incorporation de mesures neurophysiologiques à l'élimination du biais de négativité permet d'étudier ses mécanismes sous-jacents. Les données ERP et d'imagerie fonctionnelle cérébrale suggèrent que le biais de négativité émerge relativement tôt dans le traitement, attirant l'attention sur les stimuli désagréables (Carretié, Mercado, Tapia, &

Hinojosa, 2001; Norris, 2021; Smith et al., 2003), mais ont également démontré que ce biais est maintenu à des stades ultérieurs, avec le potentiel positif tardif (LPP), une composante associée à la catégorisation affective (Huang & Luo, 2006; Ito, Larsen, Smith, & Cacioppo, 1998; Wood & Kisley, 2006).

## **LPP**

Pour mesurer le degré de spécificité du traitement des émotions, la composante électrophysiologique LPP est une mesure pertinente pour le traitement affectif. La LPP présente une déviation positive tardive, évidente environ 300 ms après le début du stimulus (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Hajcak, Dunning, & Foti, 2009), et apparaît maximale aux sites centro-pariétaux (Pz) (Cuthbert et al., 2000; Schupp et al., 2000). L'amplitude de cette composante est plus importante après la présentation d'images, de visages ou de mots à la fois agréables et désagréables par rapport à leurs homologues neutres (Cuthbert et al., 2000; Dennis & Hajcak, 2009; Hajcak et al., 2009; Hajcak, MacNamara, & Olvet, 2010; Schupp, Junghofer, Weike, & Hamm, 2004). Ces résultats d'études suggèrent que ce potentiel tardif n'est pas uniquement sensible aux caractéristiques physiques, mais aussi à la signification du stimulus pertinent pour la tâche. En effet, cette composante reflète l'attention sélective et soutenue (Cuthbert et al., 2000; Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008) ainsi que la motivation de l'individu envers les images émotionnelles (Cuthbert et al., 2000; Ferrari, Codispoti, Cardinale, & Bradley, 2008; Foster et al., 2013; Gable & Adams, 2013; Hajcak et al., 2009, 2010; Leite et al., 2012; Olofsson et al., 2008; Schupp et al., 2000; Weinberg & Hajcak, 2010).

Dans une étude réalisée par Ito et al. (1998), des jeunes adultes ont été invités à catégoriser des images positives (p. ex., Ferrari rouge, gens qui apprécient des montagnes russes) et négatives (p. ex., visage mutilé, arme dirigée vers la caméra) intégrées dans un contexte d'images neutres (p. ex., assiette) pendant que l'onde LPP était enregistrée (images prises dans l'*International Affective Picture System* - IAPS). Les résultats démontrent une amplitude plus grande pour les images positives et négatives par rapport aux images neutres, et pour les images négatives par rapport aux images positives. Ito et ses collègues ont décrit leurs résultats comme un reflet physiologique du biais de négativité. Par la suite, d'autres études ont démontré des résultats similaires (Hajcak et al., 2009; Hajcak & Olvet, 2008; Huang & Luo, 2006), parfois avec des EFE (Schupp, Ohman et al., 2004). Wood et Kisley (2006) ont repris le sujet d'étude, mais ont ajouté un groupe de personnes âgées pour mieux comprendre l'évolution du biais de négativité au cours du vieillissement. Les auteurs ont trouvé des résultats similaires chez la population de jeunes adultes. Les adultes plus âgés, quant à eux, ont présenté une diminution significative de l'activité cérébrale de la LPP aux stimuli positifs et négatifs (IAPS) et une élimination du biais de négativité. Une étude suivante a été créée afin d'avoir une perspective développementale sur les changements liés aux biais de négativité au cours du vieillissement (Kisley et al., 2007). Les auteurs ont recueilli des mesures ERP de l'activité cérébrale induites par des images émotionnelles (IAPS) à partir d'un échantillon de jeunes et d'adultes âgés (18-81 ans) lors d'une tâche de catégorisation émotionnelle. Les résultats ont révélé une stabilité de l'amplitude de la LPP en réponse aux images positives, mais une réduction de l'amplitude aux images négatives chez les adultes âgés. En d'autres

termes, Kisley et ses collègues (2007) suggèrent que la réactivité neuronale vis-à-vis les images négatives diminue linéairement avec l'âge, mais la réactivité face aux images positives est étonnamment invariante au cours du vieillissement.

L'ensemble des recherches ci-haut obtient des résultats favorables à l'élimination du biais de négativité au cours du vieillissement. En revanche, l'IAPS, une banque de milliers d'images librement disponibles, a été utilisée dans la plupart des études ERP publiées sur les émotions. Ces stimuli représentent un large éventail d'expériences humaines et varient en fonction du niveau de la valence (agréable/désagréable) et d'éveil (p. ex., calme/excité). Dans chaque catégorie, les images IAPS contiennent une grande variété d'images (p. ex., voitures de course, parcs d'attractions, fusils), avec ou sans personne et visage. L'impact de la présence de visages dans chaque catégorie d'images IAPS n'est pas clair, bien qu'il existe des preuves que la présence de visages ait généralement un plus grand impact sur l'attribution attentionnelle et la réponse physiologique. Certaines études ont démontré que les images IAPS contenant des personnes attiraient plus d'attention et suscitaient des LPP plus grandes que les images ne contenant pas de personnes (Ito & Cacioppo, 2000; Weinberg & Hajcak, 2010). Cela peut s'expliquer en partie par le fait que les deux catégories de stimuli sont traitées différemment et présentent des particularités différentes dans le traitement de ceux-ci.

### **Différence entre IAPS et EFE**

Pour mieux comprendre le traitement des émotions, on retrouve dans la littérature différents types de stimuli, dont les images IAPS et les EFE. Toutefois, les deux catégories de stimuli sont relativement séparées. Les EFE suscitent davantage une reconnaissance, une perception des émotions (signaux externes), tandis que les IAPS suscitent davantage une expérience plus directe de l'émotion, une réactivité physiologique (signaux internes) (Britton, Taylor, Sudheimer, & Liberzon, 2006). Chaque EFE précise un sens sans ambiguïté, ciblant une réponse spécifique (p. ex., heureux, triste, colère ou peur) (Halberstadt & Niedenthal, 1997) qui est d'ailleurs universellement reconnue (Britton et al., 2006; Frank & Stennett, 2001). Étant un stimulus instinctif et primaire, les EFE réfèrent moins l'individu aux expériences personnelles, tandis que certaines images IAPS peuvent générer différentes perceptions selon les expériences de chacun (p. ex., image d'une voiture : perception négative liée à un accident de voiture, perception positive liée à une passion pour les voitures de sport). Des recherches en neuroimagerie ont déterminé que les EFE sont traitées préférentiellement entre divers stimuli visuels et celles-ci engagent un réseau neuronal largement distribué et hautement spécialisé (Wronka & Walentowska, 2014). Il existe également un consensus général suggérant que les visages génèrent des modèles distincts d'activité cérébrale par rapport à d'autres stimuli visuels émotionnellement saillants (Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996; Ebner, Johnson, & Fischer, 2012; Ishai, Schmidt, & Boesiger, 2005; Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; Puce, Allison, Gore, & McCarthy, 1995). Les EFE projettent aussi un modèle permettant d'élargir la compréhension des affects au niveau des

interactions sociales, soit les capacités des individus à répondre aux opportunités et aux défis sociaux. Bien que les visages soient particulièrement saillants, captent plus facilement l'attention et possèdent un système de reconnaissance particulier par rapport aux autres catégories (Batty & Taylor, 2003; Kanwisher & Yovel, 2006; Öhman, 2009; Vieillard & Harm, 2013), il est surprenant de constater que peu d'informations sont disponibles sur la dynamique temporelle du traitement neuronal de l'expression émotionnelle du visage et sur son lien avec les changements du biais de négativité lié à l'âge (Hilimire, Mienaltowski, Blanchard-Fields, & Corballis, 2014). Ainsi, la présente étude vise à clarifier le rôle du vieillissement et de l'élimination du biais de négativité sur le traitement des EFE.

### **Reconnaissance des EFE et vieillissement**

Les visages sont d'une importance inégalée pour les interactions sociales humaines (Keightley, Winocur, Burianova, Hongwanishkul, & Grady, 2006). Non seulement les visages fournissent des informations visuelles qui permettent de déterminer le sexe, l'âge, la familiarité et l'identité d'un individu, mais ils servent également à recueillir des informations sur les émotions de nos interlocuteurs (Smith, Hillman, & Duley, 2005). L'expression faciale est considérée comme une composante importante du comportement émotionnel et au moins six émotions exprimées par l'humain sont communiquées à travers les EFE (joie, colère, peur, tristesse, dégoût et surprise) (Ekman & Friesen, 1971, 1976; Elfenbein & Ambady, 2002). La capacité à reconnaître les émotions d'autrui permet d'interpréter et de prédire les actions des gens, d'expérimenter des sentiments partagés et

de mener des interactions sociales appropriées et efficaces (Carstensen & Charles, 1998; Isaacowitz et al., 2007; Ruffman et al., 2008; Sze, Goodkind, Gyurak, & Levenson, 2012). En raison de leur importance dans la vie quotidienne, il existe maintenant une littérature considérable axée sur la manière dont les EFE sont reconnues à la fin de l'âge adulte (Goncalves et al., 2018; Keightley, Chiew, Winocur, & Grady, 2007; Suzuki, Hoshino, Shigemasu, & Kawamura, 2007; Ziaei & Fischer, 2016).

L'identification des émotions est définie comme la « capacité d'analyser visuellement la configuration des orientations et des mouvements des muscles faciaux afin d'identifier l'émotion à laquelle une expression particulière est la plus similaire » (Wilhelm, Hildebrandt, Manske, Schacht, & Sommer, 2014, p. 3). L'idée selon laquelle la capacité de reconnaissance des émotions diminue avec l'âge est bien établie et largement acceptée dans la littérature (Isaacowitz & Stanley, 2011; Ruffman et al., 2008; Sullivan & Ruffman, 2004). Cependant, ces déficits sont plus prononcés pour certaines expressions faciales (Isaacowitz et al., 2007). Ruffman et ses collègues (2008) ont effectué une méta-analyse pour examiner les différences d'âge dans la manière dont les jeunes adultes et les adultes âgés identifient les EFE. Les auteurs ont constaté que la reconnaissance de la colère, de la peur et de la tristesse était plus affectée par l'âge (les adultes âgés étaient significativement moins précis que les jeunes adultes avec une taille d'effet variant entre 0,27 et -0,34), tandis que la reconnaissance de la surprise et du bonheur l'était moins (taille d'effet variant entre 0,07 et -0,08). En revanche, aucun effet d'âge significatif n'apparaît pour la reconnaissance du dégoût, mais une tendance a émergé selon laquelle les adultes plus âgés

étaient plus précis que les jeunes adultes ( $r = -0,11$ ). Cela suggère que la population vieillissante présente des difficultés à reconnaître certaines expressions faciales, mais pas de façon uniforme. Les tailles d'effets moyennes variant de 0,07 à 0,34 pour l'ensemble des émotions reflètent des incohérences entre les résultats des études incluses. Par conséquent, depuis la méta-analyse de Ruffman et al. (2008), la recherche sur la reconnaissance des émotions faciales au cours du vieillissement a considérablement augmenté. Une récente méta-analyse de Goncalves et al. (2018) montrent que les adultes plus âgés identifient moins précisément les EFE de colère, de tristesse, de peur, de surprise et de joie que les adultes plus jeunes, ce qui renforce les résultats obtenus par la première méta-analyse. Cependant, les analyses indiquent que les tailles d'effets sont modérées dû en partie à la variabilité des méthodologies d'études, y compris les caractéristiques des échantillons (proportion hommes/femmes, niveau d'éducation) ainsi que celles des stimuli (p. ex., visages de couleur ou noirs et blancs, statiques ou dynamiques, virtuels ou naturels). Par exemple, les résultats suggèrent que les effets de l'âge pour la reconnaissance du dégoût peuvent être plus importants lorsque des photographies de niveaux de gris sont utilisées par rapport à la couleur, et que les effets de l'âge pour la reconnaissance de la peur peuvent être plus importants lorsque des visages virtuels sont utilisés par rapport aux visages humains. De plus, de nombreuses tâches évaluant l'identification des émotions positives (c'est-à-dire un visage heureux) tendent à être plus faciles que les émotions négatives, car le visage heureux détient souvent une seule réponse positive (p. ex., joie). Plusieurs facteurs pourraient expliquer les différences liées à l'âge dans l'identification des émotions, mais des études futures sont nécessaires pour explorer



dans quelles mesures ils sont impliqués. Somme toute, certaines émotions distinctes présentent des différences d'âge plus importantes que d'autres et les émotions négatives montrent globalement des déficits d'âge plus importants que les émotions positives.

Étonnamment, on sait très peu de choses sur la dynamique temporelle du traitement neuronal de l'EFE dans le contexte du biais de la négativité. Cette recherche permettra de mieux informer la science quant aux mécanismes neuronaux sous-jacents à la réduction du biais attentionnel vers le traitement des EFE négatives au cours du vieillissement. Par ailleurs, mieux saisir comment les adultes âgés traitent les EFE aide davantage la compréhension des pathologies sur le plan psychologique auxquels cette population peut être à risque. Des études utilisant des données transversales montrent que les difficultés de reconnaissance des émotions sont considérées comme des facteurs prédisposant aux faibles aptitudes communicationnelles et jouent donc un rôle dans la réduction du fonctionnement interpersonnel, la diminution de l'intérêt social et de la satisfaction à l'égard de la vie, voire même l'installation d'une psychopathologie (Carton, Kessler, & Pape, 1999; Ciarrochi, Chan, & Caputi, 2000; Mill, Allik, Realo, & Valk, 2009; Shimokawa et al., 2001; Surcinelli, Codispoti, Montebanocci, Rossi, & Baldaro, 2006). L'objectif de cette étude était d'investiguer l'interaction entre le vieillissement et l'élimination du biais de négativité sur une composante ERP tardive (potentiel positif tardif - LPP) impliquée dans le traitement des EFE chez des jeunes adultes (16-28 ans) et des adultes âgés (55-75 ans) en bonne santé. Notre hypothèse était que les adultes âgés présenteraient une élimination du biais de négativité de la composante LPP (représenté

par une suppression de l'activité cérébrale de la composante LPP lors de l'identification de l'EFE de colère comparativement à l'EFE de joie ou neutre). Le second objectif de cette étude était d'observer les résultats comportementaux entre les groupes, notamment les temps de réaction et la justesse des réponses. Conformément à la littérature, nous avons émis l'hypothèse que les adultes âgés présenteraient des temps de réaction significativement plus longs pour identifier les EFE et seraient moins précis que leurs homologues plus jeunes.

## **Chapitre 1**

Age-related differences in negativity bias to emotional facial expressions:  
An Event-Related Potentials (ERP) study

**Age-related differences in negativity bias to emotional facial expressions:**

**An Event-Related Potentials (ERP) study**

Virginie L. Blanchette<sup>1</sup>, Christelle Beaulieu<sup>1</sup>, Benoit Brisson<sup>1</sup>, Fabien D'Hondt<sup>4,5,6</sup> &  
Louis de Beaumont<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Université du Québec à Trois Rivières, Trois-Rivieres, Quebec, Canada

<sup>2</sup> Montreal Sacred Heart Hospital Research Centre, Montreal, Quebec, Canada

<sup>3</sup> Department of Surgery, Université de Montréal, Montreal, Quebec, Canada

<sup>4</sup> Centre de recherche du Centre Hospitalier Universitaire Sainte-Justine, Université de  
Montréal, Montréal, Quebec, Canada

<sup>5</sup> SCALab UMR CNRS 9193, Sciences Cognitives et Sciences Affectives, Université de  
Lille, Lille Cedex, France

<sup>6</sup> Clinique de psychiatrie, CHU Lille, Lille, France

Corresponding author:

Louis de Beaumont, Department of Surgery, University of Montreal, 5400 Blvd Gouin  
W, Montreal, Quebec, Canada, H4J 1C5. Telephone: 514-338-2222 poste 7722.

Email: louis.de.beaumont@umontreal.ca

**Authors Statement:** This manuscript has not been published elsewhere and has not been  
submitted simultaneously for publication elsewhere.

### Abstract

**Objective:** Studies have shown age-related differences in the processing of emotional information. While younger adults tend to pay more attention to negative information, older adults are known to exhibit an attenuation of this negativity bias. There is little information about the temporal dynamics of the neural processing of emotional facial expression (EFE) and how it relates to age-related changes of the negativity bias. To address this issue, the present study investigates age-related changes in electrophysiological markers of the negativity bias, as indexed by the amplitude of LPP waveform component, during the identification of EFE. Secondly, the current study will examine the potential relation between age-related modulation of LPP amplitude and changes in EFE recognition accuracy. **Methods:** Fifty-seven adults (28 young, 29 old) completed a computerized EFE identification task during which continuous EEG activity was recorded. Pictures of male and female faces expressing neutral, happy, and angry emotions were randomly presented and the emotion depicted had to be identified as fast as possible during EEG acquisition. LPP amplitude were measured for each of three EFE (neutral, happy, angry). The negativity bias was measured as the difference in mean amplitude recorded for angry EFE and for happy EFE. **Result:** The results showed lower LPP amplitude elicited by negative EFE in older adults, representing an elimination of the negativity bias. Moreover, LPP Amplitude responses to all emotions (neutral, happy, angry) were reduced in older adults relative to the younger adults. Behaviorally, no age-related difference was found in emotion identification and older adults were slower than younger adults in identifying correct EFE. **Conclusion:** Results from the present study

show age-related changes in the neurophysiological processes of EFE and support the notion of an attenuation of the negativity bias in aging.

**Keywords:** Late positive potential, Event-related potential, Age-related, Facial expression, Emotion, Negativity bias, Healthy adults

## Introduction

The negativity bias refers to one's natural tendency to be more sensitive to negative events relative to neutral and positive events (Cacioppo & Gardner, 1999; Delplanque, Lavoie, Hot, Silvert, & Sequeira, 2004; Delplanque, Silvert, Hot, & Sequeira, 2006; Huang & Luo, 2006) in a wide range of domains, including cognitive, emotional, and social behaviour (see review by Taylor, 1991). Interestingly, studies have reported an age-associated reversal of how adults process emotional information. While younger adults tend to pay more attention to and remember negative information, older adults exhibit an attenuation of the negativity bias coupled with an increased preference for positive information (Feng, Courtney, Mather, Dawson, & Davison, 2011; Kisley, Wood, & Burrows, 2007; Leclerc & Kensinger, 2008; Williams et al., 2006; Wood & Kisley, 2006). This phenomenon is commonly called the age-related positivity effect and the latter was found to modulate memory (Charles, Mather, & Carstensen, 2003; Tomaszczyk, Fernandes, & MacLeod, 2008), attention (see review Mather & Carstensen, 2005) and decision making (Kim, Healey, Goldstein, Hasher, & Wiprzycka, 2008; Lockenhoff & Carstensen, 2007).

Different theories have emerged to explain age-related changes in the prioritization of emotional information. According to the socioemotional selectivity theory (SST), one of the dominant theories on aging and emotion, the positivity effect posits that as individuals age and are aware of having more limited time left in life, they become more invested in maintaining positive affect and emotionally meaningful goals (Carstensen,

1992; Carstensen, Isaacowitz, & Charles, 1999). Importantly, this model conceptualizes that older adults voluntarily activate cognitive control mechanisms to direct attention away from negative information and towards positive one (Carstensen et al., 1999; Mather & Carstensen, 2005). Alternatively, it has been argued that age-related positivity effects are due to declining brain health and cognition which may cause specific difficulties in processing negative information (Calder et al., 2003; Ruffman, Henry, Livingstone, & Phillips, 2008). Taking together, those theories challenge previous perspective on the dominance and contamination of the negativity bias during aging (Rozin & Royzman, 2001).

Event-related brain potentials (ERPs) have revealed to be an ideal brain investigation technique to understand age-related changes to the temporal course of the negativity bias. Previous ERP and negativity bias studies have investigated the late positive potential (LPP) using the *International Affective Picture Set* (IAPS) (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997), a standardized set of pictures with distinct stimulus categories (e.g., animals, objects, erotic scenes or mutilation). LPP is thought to reflect sustained attention toward, and elaborative processing of, emotional stimuli (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008). Other authors have referred to the LPP as an index of motivated attentional processing (for reviews, see Ferrari, Codispoti, Cardinale, & Bradley, 2008; Olofsson et al., 2008). In a study by Ito, Larsen, Smith, and Cacioppo (1998), younger adults were presented mostly neutral pictures with occasional positive or negative pictures (targets). They found largest LPP amplitude to



negative pictures relative to both happy and neutral pictures. Authors interpreted their findings as a neurophysiological index of the negativity bias. Wood and Kisley (2006) extended this study with a sample of older adults. While data in young adults replicated the negativity bias, older adults, however, exhibited LPP waveform components of equivalent amplitude between positive and negative stimuli. Furthermore, another study investigated LPP changes elicited by emotional stimuli throughout the adult lifespan (18-81 years) (Kisley et al., 2007). Consistent with the notion of an age-related negativity bias suppression, results from the latter study revealed that while LPP amplitude to positive images was stable across adult ages, an age-related suppression of LPP response was found with the presentation of negative pictures. In the same line, two studies demonstrated a suppression of the negativity bias regardless the arousal level of the negative stimulus (Mathieu et al., 2014; Meng et al., 2015).

Current knowledge on the temporal course and amplitude of the LPP component to EFE stimuli is still scarce (Hilimire, Mienaltowski, Blanchard-Fields, & Corballis, 2014). Here, we used standardized EFE (D'Hondt et al., 2017) to investigate core electrophysiological underpinnings of age-related suppression of the negativity bias. There is general consensus that face stimuli generate distinct patterns of brain activity relative to other emotionally-salient visual stimuli (Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996; Ishai, Schmidt, & Boesiger, 2005; Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; Puce, Allison, Gore, & McCarthy, 1995). In parallel, EFE were shown to be differentially processed across age groups (Ruffman et al., 2008) and studies have shown

age-related decline in emotion recognition of facial expressions, especially those expressing negative emotions (Calder et al., 2003; Goncalves et al., 2018; Isaacowitz et al., 2007; Mill, Allik, Realo, & Valk, 2009; Ruffman et al., 2008). However, a recent meta-analysis by Goncalves et al. (2018) challenged this belief and attributed discrepancies among study findings partly to variability in study methodologies including sample characteristics (proportion of female participants, level of education) as well as stimuli characteristics. Moreover, many tasks assessing the identification of positive emotions (i.e.; happy face) tended to be easier than negative emotions as happy face represents the only positive response option. Surprisingly, very little is known about the temporal dynamics of the neural processing of EFE in the context of the negativity bias.

The purpose of the present study is therefore to investigate age-related changes in electrophysiological markers of the negativity bias, as indexed by the amplitude of the LPP waveform component, during the identification of EFE. Secondly, the current study will examine the potential relation between age-related modulation of LPP amplitude and changes in EFE accuracy. Given age-related reductions of the negativity bias and EFE recognition difficulties, we hypothesized that relative to a young healthy cohort, older adults will exhibit a significant decrease LPP amplitude as well as altered response accuracy to negative EFE relative to both neutral and positive emotions. Secondary analyses will attempt to draw potential links between reduction LPP components amplitude in older adults and response accuracy decrements to negative EFE.

## Methods

### Participants

A total of 60 participants (30 younger adults and 30 older adults) took part in this study. However, three participants were excluded due to technical difficulties during EEG data recordings. The final sample included 29 healthy older adults (14 females) and 28 healthy young adults (14 females). All participants were right-handed and had normal/corrected vision. Younger adults were recruited from a database of undergraduate students interested in participating in studies conducted by various laboratories from the Cognition, Neurosciences, Affect et Comportements (COGNAC) research group at the Université du Québec à Trois-Rivières. Seniors were recruited through an advertisement posted on the University website.

Table 1 presents demographic and clinical characteristics of the two groups included in the present study. Groups were equivalent according to level of education and total scores on both, the BAI and BDI-II questionnaire (see Table 1.). Of course, only age between groups was significantly different,  $t(55) = -48.70; p < .001$ .

Table 1

*Demographic and clinical information across groups*

	Younger adults ( <i>n</i> = 28)	Older adults ( <i>n</i> = 29)	<i>t</i>	<i>p</i>
Age	20.18 (1.61)	62.02 (4.33)	-48.70	< .001*
Educational level	13.82 (1.56)	14.24 (2.32)	-.80	.43
BAI	5.03 (4.14)	3.34 (3.21)	1.72	.09
BDI-II	3.32 (2.67)	3.34 (2.98)	-.03	.98

*Notes.* BAI: Beck Anxiety Inventory; BDI-II: Beck Depression Inventory II.

Numbers are presented as *Mean (SD)*

\* = Valeur statistique significative

### **Procedure**

Initial contact with each participant was made via phone calls to screen for participants' overall health and validate if they met the following eligibility criteria: no previous history of traumatic brain injury or sports-related concussion, no history of alcohol or substance abuse, no health problem requiring daily medication, no diagnosed psychiatric disorder or learning disability. The experiment consisted of a single 2.5-hr testing session and included the administration of a general health questionnaire, the Beck Depression Inventory (BDI-II), the Beck Anxiety Inventory (BAI), and the computerized EFE identification task. Participants were sitting on a straight-back chair and performed the EFE identification task running with Presentation V13 (Neurobehavioral Systems) while EEG was recorded from 64 electrodes. Volunteers received a financial compensation of \$50 CDN for their participation. All participants gave written informed

consent for their participation in this study, which was approved by the local Ethics Committee of the Université du Québec à Trois-Rivières.

### **Materials.**

***Clinical questionnaires.*** Given that mood influences EFE recognition (Lee & Knight, 2009; LeMoult, Joormann, Sherdell, Wright, & Gotlib, 2009; Surguladze et al., 2004), participants completed validated anxiety and depression questionnaires. The Beck Anxiety Inventory (BAI; Beck, Epstein, Brown, & Steer, 1988) and the Beck Depression Inventory (BDI-II; Beck, Steer, Ball, & Ranieri, 1996) each contain 21 items used to measure symptom severity associated with clinical anxiety and clinical depression, respectively. Participants who reported moderate to severe symptoms of anxiety or depression were excluded according to established clinical cut-offs (BAI = more than 7; BDI-II = more than 9; Beck et al., 1996, 1988).

***EFE identification Task.*** A computerized identification task was used to assess EFE recognition. The stimuli used in this study were taken from recently published work from our group (D'Hondt et al., 2017). EFE stimuli consisted in photographs of 10 female and 10 male faces (neutral, happy, and angry). All photographs were selected from the NimStim Set of Facial Expressions (Rigoulot, D'Hondt, Honoré, & Sequeira, 2012; Tottenham et al., 2009), which consist of a standardized database of photographs of professional actors portraying various emotional expressions. Extrafacial characteristics were retained but were standardized so that all three facial expressions portrayed by the

same face differed only in terms of the emotion displayed, thus giving us more naturalistic stimuli (Refer to D'Hondt et al., 2017, for a detailed description of the stimuli).

During each trial, a central fixation cross was presented for a random duration of 500 to 1500ms, alerting the participant of the imminent presentation of the picture, which was projected for 500ms in younger adults and 1800ms in older adults. Extra time was allowed in older adults given the generalized slowing of processing speed during task performance (Salthouse, 1996). To control for habituation effects, the interval between two successive stimuli varied randomly between 1.5 and 2.5 seconds. The task included five blocks of 60 images (20 neutral, 20 happy, and 20 angry) that were always presented centrally in a pseudo-random order so that no more than three successive pictures with the same emotion could be displayed (Refer to Supplementary material available online for examples of stimuli and the time course of trials).

Participants were asked to respond as fast as possible to the emotional facial expression depicted by the image by pressing a corresponding right-hand key with the EFE shown (for neutral, for happy, for angry). Reaction time (RT) was defined as the time interval between stimulus onset and the corresponding key press. Two main behavior measures were collected: RTs, which were only computed for correctly identified stimulus, and accuracy scores.

**Electrophysiological data acquisition.** The EEG was recorded from 64 active Ag/AgCl electrodes (ActiCAP, Brain Products) positioned according to the standard 10–20 system and referenced to the vertex, except for electrodes TP9 and TP10, which were replaced by reference electrodes placed at the mastoids. EEG data were re-referenced offline to the algebraic average of the left and right mastoids (Handy, 2005; Luck & Kappeman, 2011). Additional cutaneous electrodes were used to monitor electrooculographic activity; two placed on external canthi to record the horizontal electrooculogram (HEOG), and two placed on infra/supraorbital regions to record the vertical electrooculogram (VEOG). All electrode impedances were kept below 15 k $\Omega$ . The EEG was digitized at 500 Hz, high-pass filtered at 0.01 Hz and low-pass filtered at 225 Hz during the recording.

**Event-related potentials analysis.** Using the software BrainVision Analyzer 2.0 (Brain Products, Germany), EEG signals were high-pass filtered at 0.1 Hz and low-passed at 20 Hz offline. Trials with eye blinks (VEOG > 100  $\mu$ V), large horizontal eye movements (HEOG > 35  $\mu$ V), and/or artifacts (> 80  $\mu$ V) at 1 of the 62 recording electrodes (64 electrodes with the exception of the two reference electrodes) were excluded from further analyses using an automated screening procedure. The EEG was segmented relative to the emotion expressed by the faces and the onset of the stimulus in each task to create stimulus-locked epochs of 1200 ms that included a 200 ms pre-stimulus period. Epochs were baseline-corrected relative to the mean signal amplitude between -

200 and 0 ms before stimulus presentation. Separate averaged waveforms were computed for each correctly identified EFE (neutral, happy, and angry).

LPP component was then measured at the electrode where elicited brain activity was maximal, as determined with the use of group-averaged waveforms and scalp distribution topographies of brain activity. LPP was quantified as the mean amplitude recorded at the central posterior electrode site (Pz) between 470 and 580 ms post-stimulus onset. This time window and electrode site were consistent with those reported in the literature (Cuthbert et al., 2000; Huang & Luo, 2006; Schupp, Junghofer, Weike, & Hamm, 2004; Wood & Kisley, 2006; Yuan et al., 2007). Consequently, three LPP component were computed according to EFE. Negativity bias were then quantified as the amplitude difference between the averaged LPP recorded from angry EFE and the averaged LPP recorded from happy EFE.

**Statistical Analyses.** 2 x 3 mixed ANOVA with Groups (younger vs. older) X EFE (neutral, happy, angry) was computed on 1) EFE task performance (i.e., RTs, mean accuracy) and 2) LPP amplitude. Planned contrast analyses were subsequently performed using independent-samples *t*-tests to compare LPP amplitude elicited by angry and happy EFE between groups. Computed negativity bias were also compared across group using independent-samples *t*-tests. Two-tailed alpha level was set at 0.05.



## Results

### EFE Task: Behavioral Measures

Mean RTs and mean accuracy values can be found in Table 2. A 2 x 3 mixed ANOVA with Groups (younger vs. older) as the between-subject factor and EFE (neutral, happy, angry) as the within-subject factor was computed on EFE Task performance. As expected, older adults were slower than younger adults at identifying correct EFE, yielding a main effect of Groups,  $F(1, 55) = 15.785$ ;  $p < .001$ . While a trend was observed for the Groups x EFE interaction,  $F(2, 55) = 2.850$ ;  $p = .069$ , the main effect of EFE did not reach statistical significance  $F(2, 55) = .547$ ;  $p = .559$ .

A similar 2 (Groups) x 3 (EFE) mixed ANOVA was computed on mean accuracy at the EFE Task. We found no significant effect [main effect of Groups:  $F(1, 55) = .615$ ;  $p = .436$ ; main effect of EFE:  $F(2, 55) = .262$ ;  $p = .746$ ; Groups x EFE interaction:  $F(2, 55) = .454$ ;  $p = .615$ ]. Indeed, accuracy scores were equivalent across groups and EFE.

Table 2

*Mean reaction times (ms) and mean response accuracy (%) during the EFE task*

		Younger adults (Mean, SD)	Older adults (Mean, SD)
Mean RTs (ms)	Neutral	831.4 (103.8)	926.7 (126.1)
	Happy	807.2 (114.9)	933.1 (140.8)
	Angry	808.6 (101.7)	949.3 (138.4)
Mean accuracy (%)	Neutral	88.3 (8.5)	89.7 (7.2)
	Happy	88.8 (7.9)	91.1 (8.5)
	Angry	89.6 (8.7)	89.5 (8.4)

### **EFE Task: Electrophysiological Measures**

Figure 1 shows the grand averaged LPP waveforms computed for neutral, happy, and angry EFE separately for each group. A 2 x 3 mixed ANOVA with Groups (younger vs. older) as the between-subject factor and EFE (neutral, happy, angry) as the within-subject factor was computed on LPP amplitude. The ANOVA revealed a significant Groups x EFE interaction,  $F(2, 55) = 3.929$ ;  $p = .027$ . Main effect of Groups,  $F(1, 55) = 14.120$ ;  $p < .001$ , and main effect of EFE,  $F(2, 55) = 31.321$ ;  $p < .001$  were also significant. While LPP recorded in young adults was of significantly greater amplitude than LPP recorded in older adults, planned contrast analyses revealed that angry EFE elicited a LPP of greater amplitude than happy EFE in the younger adults group,  $t(27) = 6.192$ ,  $p < .001$ , but not in the older adult group,  $t(28) = 1.718$ ,  $p < .097$ . When comparing the computed negativity bias across groups, the younger adults group ( $2.39 \pm 2.04 \mu V$ ) exhibit a significantly larger

negativity bias than the older adults group ( $.73 \pm 2.28 \mu\text{V}$ ),  $t(55) = 2.904$ ;  $p = .005$  (see Figure 1).

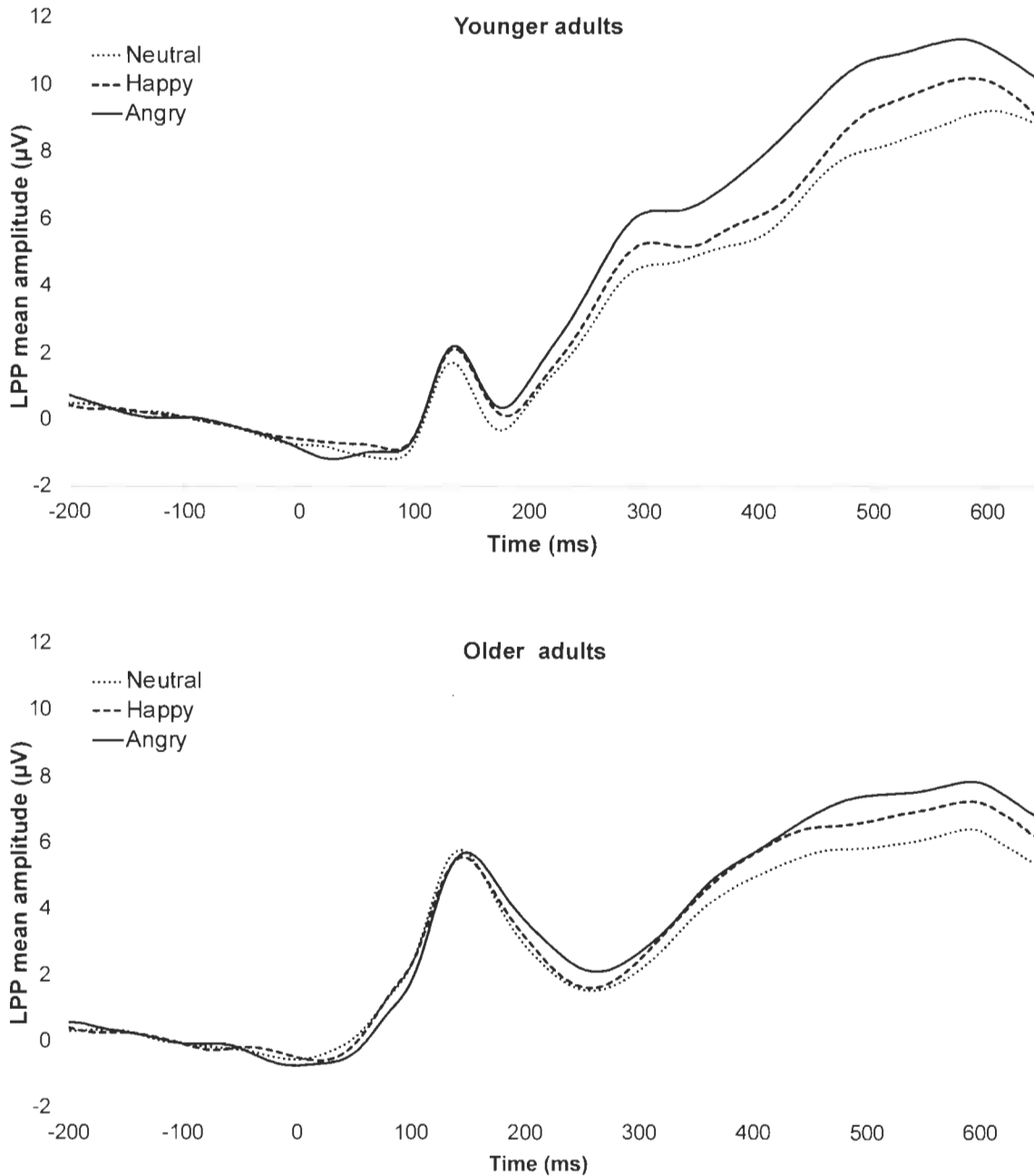


Figure 1. Grand averaged LPP waveforms recorded at Pz between 470 and 580 ms post-stimulus onset, for neutral, happy and angry EFE. *Top*: LPP recorded from the younger adults group. *Bottom*: LPP recorded from the older adults group. Note that positivity has been plotted upward.

## Discussion

The present study investigated age-related changes of electrophysiological markers of the negativity bias, as indexed by the amplitude of the LPP waveform component, during the identification of EFE.

Results from this study reveal that LPP amplitude recorded in young and older adults was differentially modulated by EFE. As expected, older adults exhibit a significant suppression of the LPP amplitude to angry EFE relative to happy and neutral EFE. The latter finding in older adults contrasted significantly with LPP results pattern in young adults who showed significantly increased LPP amplitude when identifying angry EFE compared to happy and neutral EFE. In using EFE as socially salient stimuli as opposed to conventional IAPS stimuli, the current study findings highlight the versatility of the LPP waveform component as an objective electrophysiological marker of age-related negativity bias modulation. (D'Hondt et al., 2017). EFEs are particularly relevant for successful interpersonal functioning (Carstensen, Gross, & Fung, 1997; Keightley, Winocur, Burianova, Hongwanishkul, & Grady, 2006), which appear to change with age (Charles & Carstensen, 2010).

The observed age-related LPP suppression to angry faces is consistent with previous LPP and aging studies. Indeed, several studies found a significant age-related reduction of LPP amplitude in response to negative picture when performing a valence categorization task (Kisley et al., 2007; Mathieu et al., 2014; Wood & Kisley, 2006) and

pictures viewing (Renfroe, Bradley, Sege, & Bowers, 2016). Kisley et al. (2007) found a significant suppression of the negativity bias across the lifespan while processing of positive stimuli remained stable across age groups. The current study findings therefore show that aging modulates LPP amplitude when presented with images evoking negative emotions, and this relation is also true for socially salient stimuli. In addition, there still is much controversy pertaining to the neural networks responsible for EFE processing. The results of this study support the notion that the LPP component is an objective electrophysiological marker of negativity bias in the processing of emotions (Delplanque et al., 2006; Huang & Luo, 2006; Ito et al., 1998; Weinberg & Hajcak, 2010; Wood & Kisley, 2006; Zhu et al., 2015) and faces (Schupp, Ohman et al., 2004).

LPP amplitudes are reduced in paradigms using voluntary suppression or reappraisal instructions for negative images (Hajcak, Dunning, & Foti, 2009; Moser, Hajcak, Bukay, & Simons, 2006; Moser, Krompinger, Dietz, & Simons, 2009). LPP is thought to reflect the conscious evaluation and motivational relevance of emotional stimuli involve in the evaluation bias (for reviews, see Ferrari et al., 2008; Olofsson et al., 2008; Schupp et al., 2000; Schupp, Ohman et al., 2004). Accordingly, the LPP suppression to angry faces found herein could be the result of motivational/voluntary processes, which is compatible with the lifespan of socioemotional selectivity theory (SST) (Carstensen, 1992; Carstensen et al., 1999). The SST postulates a voluntary reduction of processing negative information with increasing age linked to perceived time limitations and personal goals.

Relative to their younger counterparts, older adults showed longer reaction times (RTs), at performing the EFE identification task, a finding that is consistent with the general age-related slowing reported in the aging and cognition literature (Salthouse, 1996). Contrary to our expectations and meta-analytic data, the current study did not find previously reported age-related difference on negative emotional facial expressions (see meta-analysis by Goncalves et al., 2018; Ruffman et al., 2008) . There may be several factors involved in the latter result discrepancies. First, eligibility criteria for study participation were very stringent in order to avoid unwanted contamination linked to any health condition or daily medication susceptible to alter cognition. Contrary to most studies included in a recent meta-analysis on emotion identification in older adults (Goncalves et al., 2018), the present study rigorously controlled for education levels across age groups. Finally, one cannot exclude the possibility that the longer presentation time allocated for older adults to process EFE stimuli, in order to control for age-related slowing of information processing (Salthouse, 1996), as well as the use of only two of the six basic EFE (happy and angry) may have modified response patterns relative to previous studies (Orgeta, 2010).

EFE induce neural responses that provide immediate behavioral feedback in social situations (Ohman, Lundqvist, & Esteves, 2001). Indeed, EFE allow us to quickly infer states of mind and understand the feelings and intentions of others, to avoid conflict, to provide social support, and to become an empathetic social partner (Carstensen, Gross, & Fung, 1997). Taken together, LPP suppression specific to negative EFE combined with

the trending Group \* EFE valence interaction on RTs support the notion of an age-related modulation of brain activity patterns to negative EFE. Although further validation with socially-relevant stimuli is warranted, the latter age-related effects on brain function and electrophysiology could contribute to known changes in socioemotional functioning in elderly. The scientific literature on aging and social functioning suggests greater satisfaction (Birditt & Fingerman, 2003) and fewer negative emotions in older adults relative to younger ones (Charles & Piazza, 2007, Fingerman, Hay, & Birditt, 2004) even if rates of social interaction begin to decline (Böger & Huxhold, 2018; Fredrickson & Carstensen 1990; Huxhold, Fiori, & Windsor, 2013; Wrzus, Hänel, Wagner, & Neyer, 2013). Shrinking social networks associated with aging had long been thought to reflect deaths and disabilities (Fredrickson & Carstensen, 1990; Winningham & Pike, 2007). SST theory instead revealed that social loss is the result of controlled and voluntary process. Older adults proactively reduce the size of their social network to maintain only intimate relationships: partners that are meaningful and important are preserved and more peripheral social ties are discarded (Charles & Carstensen, 2010; Lawrence, Campbell, & Skuse, 2015). This phenomenon is thought to be beneficial for mental health and is associated with emotional stability (English & Carstensen, 2014). Studies also suggest that older people are more likely to avoid negative social exchanges, such as open conflicts and disputes, with their prevailing social ties (Birditt, Fingerman, & Almeida, 2005). This interpretation is interesting because it addresses normal aging differently than in typical cognitive terms. On the contrary, age-related changes can be considered "positive" and be the source of a greater adaptation of cognitive functioning.

In addition, when compared to young adults, older adults exhibit a significant LPP amplitude reduction for all EFE (neutral, happy, and angry). These findings are consistent with previous work showing generalized age-related dampening of the LPP component amplitude (Kisley et al., 2007; Rehmert & Kisley, 2013; Renfroe et al. 2016; Wood & Kisley, 2006) as well as other late positive ERP components, such as the P300 (review by Kok, 2000; Polich, 1997). Age-related reduction of sustained attention (REF) are thought to underlie such size reduction of late positive ERP components.

The effects of normal aging on cognition are well documented in the literature (Kok, 2000; Salthouse, 1996). Given that LPP reflects the allocation and maintenance of attention towards emotional stimuli (Cona, Kliegel, & Bisiacchi, 2015; Hajcak et al., 2009; Hajcak, Moser, & Simons, 2006; Olofsson et al., 2008; Schupp, Junghofer et al., 2004), the results could be explained by a general reduction of motivated and sustained attention towards EFE. Moreover, other studies show that aging is associated with a decline in the ability to recognize neutral faces (McDowell, Harrison, & Demaree, 1994) or to remember neutral faces (Bartlett & Leslie, 1986; Olofsson et al., 2008; Sullivan & Ruffman, 2004), which could also contribute to reduced age-related LPP size modulation. Moreover, our findings are also in line with the known posterior-anterior shift in aging (PASA), which suggest a reduction in posterior brain activity coupled with an increased anterior brain activity (Davis, Dennis, Daselaar, Fleck, & Cabeza, 2008; Fischer, Nyberg, & Bäckman, 2010; Gunning-Dixon et al., 2003; Tessitore et al., 2005). The PASA has been typically used to explain functional compensation in older age often associated with



similar or improved cognitive performance compared to young adults (O'Connell et al., 2012; Reuter-Lorenz, 2013; van Dinteren, Arns, Jongsma, & Kessels, 2014). Whether or how PASA contributes to performance maintenance in older adults at the EFE recognition task despite suppression of the late-posterior positive (LPP) waveform component remains to be investigated (Riis et al., 2009).

One of the main limitations of this study is that we have not explicitly assessed the subjective valence and arousal ratings of study participants (Kisley et al., 2007; Williams et al., 2006; Wood & Kisley, 2006). This method reduces the subjective emotional contamination on the explicit categorization of the stimuli (Carretié, Iglesias, Garcia, & Ballesteros, 1997). Secondly, it would also appear possible that the degree of familiarity of the presented stimuli may have influenced the emotional experience of the aging group. Indeed, as emotional facial expressions were expressed exclusively by young actors, aging participants may have elicited less motivational relevance to the observed stimuli, possibly modulating brain activity during the evaluative processing stages. This is in accordance with previous demonstrations of the modulatory role of own-age bias on facial emotion expression (Ebner et al., 2013; Fölster & Werheid, 2016).

### **Conclusion**

The present study sought to assess age-related changes on electrophysiological markers of the negativity bias in relation to EFE. Our findings show that normal aging significantly suppresses the LPP waveform component elicited by negative EFE,

supporting the notion of an attenuation of the negativity bias in aging. Moreover, LPP amplitude responses to all emotions (neutral, happy, and angry) were reduced in older adults relative to younger adults. Behaviorally, no age-related difference was found in emotion identification accuracy while older adults were slower than younger adults in identifying correct EFE. These results may contribute to better understanding the neurophysiological and behavioral processes involved in EFE processing throughout the lifespan.

## References

- Bartlett, J. C., & Leslie, J. E. (1986). Aging and memory for faces versus single views of faces. *Memory & Cognition*, 14(5), 371-381. doi: 10.3758/bf03197012
- Beck, A. T., Epstein, N., Brown, G., & Steer, R. A. (1988). An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(6), 893-897. doi: 10.1037/0022-006X.56.6.893
- Beck, A. T., Steer, R. A., Ball, R., & Ranieri, W. F. (1996). Comparison of Beck Depression Inventories-IA and-II in psychiatric outpatients. *Journal of Personality Assessment*, 67(3), 588-597. doi: 10.1207/s15327752jpa6703\_13
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551-565. doi: 10.1162/jocn.1996.8.6.551
- Birditt, K. S., & Fingerman, K. L. (2003). Age and gender differences in adult's descriptions of emotional reactions to interpersonal problems. *The Journals of Gerontology: Series B*, 58(4), 237-245. doi: 10.1093/geronb/58.4.P237
- Birditt, K. S., Fingerman, K. L., & Almeida, D. M. (2005). Age differences in exposure and reactions to interpersonal tensions: A daily diary study. *Psychology and Aging*, 20(2), 330-340. doi: 10.1037/0882-7974.20.2.330
- Böger, A., & Huxhold, O. (2018). Do the antecedents and consequences of loneliness change from middle adulthood into old age?. *Developmental Psychology*, 54(1), 181-197. doi: 10.1037/dev0000453
- Cacioppo, J. T., & Gardner, W. L. (1999). Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 191-214. doi: 10.1146/annurev.psych.50.1.191
- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 41(2), 195-202. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00149-5
- Carretié, L., Iglesias, J., Garcia, T., & Ballesteros, M. (1997). N300, P300 and the emotional processing of visual stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103(2), 298-303. doi: 10.1016/S0013-4694(96)96565-7
- Carstensen, L. L. (1992). Social and emotional patterns in adulthood: Support for socioemotional selectivity theory. *Psychology and Aging*, 7(3), 331-338. doi: 10.1037//0882-7974.7.3.331

- Carstensen, L. L., Gross, J. J., & Fung, H. H. (1997). The social context of emotional experience. *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*, 17(1), 325-352. doi: 10.1891/0198-8794.17.1.325
- Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M., & Charles, S. T. (1999). Taking time seriously. A theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*, 54(3), 165-181. doi: 10.1037/0003-066X.54.3.165
- Charles, S. T., & Carstensen, L. L. (2010). Social and emotional aging. *Annual Review of Psychology*, 61, 383-409. doi: 10.1146/annurev.psych.093008.100448
- Charles, S. T., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: The forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(2), 310-324. doi: 10.1037/0096-3445.132.2.310
- Charles, S. T., & Piazza, J. R. (2007). Memories of social interactions: Age differences in emotional intensity. *Psychology and Aging*, 22(2), 300-309. doi: 10.1037/0882-7974.22.2.300
- Cona, G., Kliegel, M., & Bisiacchi, P. S. (2015). Differential effects of emotional cues on components of prospective memory: an ERP study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article 10. doi: 10.3389/fnhum.2015.00010
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95-111. doi: 10.1016/S0301-0511(99)00044-7
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., & Cabeza, R. (2008). Que PASA? The posterior-anterior shift in aging. *Cerebral Cortex*, 18(5), 1201-1209. doi: 10.1093/cercor/bhm155
- Delplanque, S., Lavoie, M. E., Hot, P., Silvert, L., & Sequeira, H. (2004). Modulation of cognitive processing by emotional valence studied through event-related potentials in humans. *Neuroscience Letters*, 356(1), 1-4. doi: 10.1016/j.neulet.2003.10.014
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., Rigoulot, S., & Sequeira, H. (2006). Arousal and valence effects on event-related P3a and P3b during emotional categorization. *International Journal of Psychophysiology*, 60(3), 315-322. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2005.06.006
- D'Hondt, F., Lassonde, M., Thebault-Dagher, F., Bernier, A., Gravel, J., Vannasing, P., & Beauchamp, M. H. (2017). Electrophysiological correlates of emotional face processing after mild traumatic brain injury in preschool children. *Cognitive*,

- Affective, & Behavioral Neuroscience*, 17(1), 124-142. doi: 10.3758/s13415-016-0467-7
- Ebner, N. C., Johnson, M. R., Rieckmann, A., Durbin, K. A., Johnson, M. K., & Fischer, H. (2013). Processing own-age vs. other-age faces: Neuro-behavioral correlates and effects of emotion. *Neuroimage*, 78, 363-371. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.04.029
- English, T., & Carstensen, L. L. (2014). Selective narrowing of social networks across adulthood is associated with improved emotional experience in daily life. *International Journal of Behavioral Development*, 38(2), 195-202. doi: 10.1177/0165025413515404
- Feng, M. C., Courtney, C. G., Mather, M., Dawson, M. E., & Davison, G. C. (2011). Age-related affective modulation of the startle eyeblink response: Older adults startle most when viewing positive pictures. *Psychology and Aging*, 26(3), 752-760. doi: 10.1037/a0023110
- Ferrari, V., Codispoti, M., Cardinale, R., & Bradley, M. M. (2008). Directed and motivated attention during processing of natural scenes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(10), 1753-1761. doi: 10.1162/jocn.2008.20121
- Fingerman, K. L., Hay, E. L., & Birditt, K. S. (2004). The best of ties, the worst of ties: Close, problematic, and ambivalent social relationships. *Journal of Marriage and Family*, 66(3), 792-808. doi: 10.1111/j.0022-2445.2004.00053.x
- Fischer, H., Nyberg, L., & Bäckman, L. (2010). Age-related differences in brain regions supporting successful encoding of emotional faces. *Cortex*, 46(4), 490-497. doi: 10.1016/j.cortex.2009.05.011
- Fölster, M., & Werheid, K. (2016). ERP evidence for own-age effects on late stages of processing sad faces. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 16(4), 635-645. doi: 10.3758/s13415-016-0420-9
- Fredrickson, B. L., & Carstensen, L. L. (1990). Choosing social partners: How old age and anticipated endings make people more selective. *Psychology and Aging*, 5(3), 335-347. doi: 10.1037/0882-7974.5.3.335
- Goncalves, A. R., Fernandes, C., Pasion, R., Ferreira-Santos, F., Barbosa, F., & Marques-Teixeira, J. (2018). Effects of age on the identification of emotions in facial expressions: A meta-analysis. *PeerJ*, 6, Article e5278. doi: 10.7717/peerj.5278
- Gunning-Dixon, F. M., Gur, R. C., Perkins, A. C., Schroeder, L., Turner, T., Turetsky, B. I., ... Gur, R. E. (2003). Age-related differences in brain activation during emotional

- face processing. *Neurobiology of Aging*, 24(2), 285-295. doi: 10.1016/S0197-4580(02)00099-4
- Hajcak, G., Dunning, J. P., & Foti, D. (2009). Motivated and controlled attention to emotion: Time-course of the late positive potential. *Clinical Neurophysiology*, 120(3), 505-510. doi: 10.1016/j.clinph.2008.11.028
- Hajcak, G., Moser, J. S., & Simons, R. F. (2006). Attending to affect: Appraisal strategies modulate the electrocortical response to arousing pictures. *Emotion*, 6(3), 517-522. doi: 10.1037/1528-3542.6.3.517
- Handy, T. C. (Ed.). (2005). *Event-related potentials: A methods handbook*. Cambridge, MA: MIT press.
- Hilimire, M. R., Mienaltowski, A., Blanchard-Fields, F., & Corballis, P. M. (2014). Age-related differences in event-related potentials for early visual processing of emotional faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(7), 969-976. doi: 10.1093/scan/nst071
- Huang, Y. X., & Luo, Y. J. (2006). Temporal course of emotional negativity bias: An ERP study. *Neuroscience Letters*, 398(1-2), 91-96. doi: 10.1016/j.neulet.2005.12.074
- Huxhold, O., Fiori, K. L., & Windsor, T. D. (2013). The dynamic interplay of social network characteristics, subjective well-being, and health: The costs and benefits of socio-emotional selectivity. *Psychology and Aging*, 28(1), 3-16. doi: 10.1037/a0030170
- Isaacowitz, D. M., Lockenhoff, C. E., Lane, R. D., Wright, R., Sechrest, L., Riedel, R., & Costa, P. T. (2007). Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychology and Aging*, 22(1), 147-159. doi: 10.1037/0882-7974.22.1.147
- Ishai, A., Schmidt, C. F., & Boesiger, P. (2005). Face perception is mediated by a distributed cortical network. *Brain Research Bulletin*, 67(1-2), 87-93. doi: 10.1016/j.brainresbull.2005.05.027
- Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., & Cacioppo, J. T. (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: The negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(4), 887-900. doi: 10.1037/0022-3514.75.4.887
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17(11), 4302-4311. doi: 10.1523/JNEUROSCI.17-11-04302.1997

- Keightley, M. L., Winocur, G., Burianova, H., Hongwanishkul, D., & Grady, C. L. (2006). Age effects on social cognition: Faces tell a different story. *Psychology and Aging, 21*(3), 558-572. doi: 10.1037/0882-7974.21.3.558
- Kim, S., Healey, M. K., Goldstein, D., Hasher, L., & Wiprzycka, U. J. (2008). Age differences in choice satisfaction: A positivity effect in decision making. *Psychology and Aging, 23*(1), 33-38. doi: 10.1037/0882-7974.23.1.33
- Kisley, M. A., Wood, S., & Burrows, C. L. (2007). Looking at the sunny side of life age-related change in an event-related potential measure of the negativity bias. *Psychological Science, 18*(9), 838-843. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01988.x
- Kok, A. (2000). Age-related changes in involuntary and voluntary attention as reflected in components of the event-related potential (ERP). *Biological Psychology, 54*(1-3), 107-143. doi: 10.1016/S0301-0511(00)00054-5
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. *NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 1*, 39-58. doi: 10.1007/978-3-319-28099-8\_42-1
- Lawrence, K., Campbell, R., & Skuse, D. (2015). Age, gender, and puberty influence the development of facial emotion recognition. *Frontiers in Psychology, 6*, Article 761. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00761
- Leclerc, C. M., & Kensinger, E. A. (2008). Effects of age on detection of emotional information. *Psychology and Aging, 23*(1), 209-215. doi: 10.1037/0882-7974.23.1.209
- Lee, L. O., & Knight, B. G. (2009). Attentional bias for threat in older adults: Moderation of the positivity bias by trait anxiety and stimulus modality. *Psychology and Aging, 24*(3), 741-747. doi: 10.1037/a0016409
- LeMoult, J., Joormann, J., Sherdell, L., Wright, Y., & Gotlib, I. H. (2009). Identification of emotional facial expressions following recovery from depression. *Journal of Abnormal Psychology, 118*(4), 828-833. doi: 10.1037/a0016944
- Lockenhoff, C. E., & Carstensen, L. L. (2007). Aging, emotion, and health-related decision strategies: Motivational manipulations can reduce age differences. *Psychology and Aging, 22*(1), 134-146. doi: 10.1037/0882-7974.22.1.134
- Luck, S. J., & Kappeman, E. S. (Éds). (2011). *The oxford Handbook of event-related potential components*. New York, NY: Oxford University Press.

- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 496-502. doi: 10.1016/j.tics.2005.08.005
- Mathieu, N. G., Gentaz, E., Harquel, S., Vercueil, L., Chauvin, A., Bonnet, S., & Campagne, A. (2014). Brain processing of emotional scenes in aging: Effect of arousal and affective context. *Plos One*, 9(6), Article e99523. doi: 10.1371/journal.pone.0099523
- McDowell, C. L., Harrison, D. W., & Demaree, H. A. (1994). Is right hemisphere decline in the perception of emotion a function of aging?. *International Journal of Neuroscience*, 79(1-2), 1-11. doi: 10.3109/00207459408986063
- Meng, X., Yang, J., Cai, A., Ding, X., Liu, W., Li, H., & Yuan, J. (2015). The neural mechanisms underlying the aging-related enhancement of positive affects: Electrophysiological evidences. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, Article 143. doi: 10.3389/fnagi.2015.00143
- Mill, A., Allik, J., Realo, A., & Valk, R. (2009). Age-related differences in emotion recognition ability: A cross-sectional study. *Emotion*, 9(5), 619-630. doi: 10.1037/a0016562
- Moser, J. S., Hajcak, G., Bukay, E., & Simons, R. F. (2006). Intentional modulation of emotional responding to unpleasant pictures: An ERP study. *Psychophysiology*, 43(3), 292-296. doi: 10.1111/j.1469-8986.2006.00402.x
- Moser, J. S., Krompinger, J. W., Dietz, J., & Simons, R. F. (2009). Electrophysiological correlates of decreasing and increasing emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*, 46(1), 17-27. doi: 10.1111/j.1469-8986.2008.00721.x
- O'Connell, R. G., Balsters, J. H., Kilcullen, S. M., Campbell, W., Bokde, A. W., Lai, R., ... Robertson, I. H. (2012). A simultaneous ERP/fMRI investigation of the P300 aging effect. *Neurobiology of Aging*, 33(10), 2448-2461. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2011.12.021
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396. doi: 10.1037/0022-3514.80.3.381
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247-265. doi: 10.1016/j.biopsycho.2007.11.006



- Orgeta, V. (2010). Effects of age and task difficulty on recognition of facial affect. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 65(3), 323-327. doi: 10.1093/geronb/gbq007
- Polich, J. (1997). EEG and ERP assessment of normal aging. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 104(3), 244-256. doi: 10.1016/S0168-5597(97)96139-6
- Puce, A., Allison, T., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1995). Face-sensitive regions in human extrastriate cortex studied by functional MRI. *Journal of Neurophysiology*, 74(3), 1192-1199. doi: 10.1152/jn.1995.74.3.1192
- Rehmer, A. E., & Kisley, M. A. (2013). Can older adults resist the positivity effect in neural responding? The impact of verbal framing on event-related brain potentials elicited by emotional images. *Emotion*, 13(5), 949-959. doi: 10.1037/a0032771
- Renfro, J. B., Bradley, M. M., Sege, C. T., & Bowers, D. (2016). Emotional modulation of the late positive potential during picture free viewing in older and young adults. *Plos One*, 11(9), Article e0162323. doi: 10.1371/journal.pone.0162323
- Reuter-Lorenz, P. A. (2013). Aging and cognitive neuroimaging: A fertile union. Perspectives on *Psychological Science*, 8(1), 68-71. doi: 10.1177/1745691612469023
- Rigoulot, S., D'Hondt, F., Honoré, J., & Sequeira, H. (2012). Implicit emotional processing in peripheral vision: Behavioral and neural evidence. *Neuropsychologia*, 50(12), 2887-2896. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.08.015
- Riis, J. L., Chong, H., McGinnis, S., Tarbi, E., Sun, X., Holcomb, P. J., ... Daffner, K. R. (2009). Age-related changes in early novelty processing as measured by ERPs. *Biological Psychology*, 82(1), 33-44. doi: 10.1016/j.biopsycho.2009.05.003
- Rozin, P., & Royzman, E. B. (2001). Negativity bias, negativity dominance, and contagion. *Personality and Social Psychology Review*, 5(4), 296-320. doi: 10.1207/S15327957PSPR0504\_2
- Ruffman, T., Henry, J. D., Livingstone, V., & Phillips, L. H. (2008). A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(4), 863-881. doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.01.001
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428. doi: 10.1037/0033-295x.103.3.403

- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257-261. doi: 10.1111/1469-8986.3720257
- Schupp, H. T., Junghofer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41(3), 441-449. doi: 10.1111/j.1469-8986.2004.00174.x
- Schupp, H. T., Ohman, A., Junghofer, M., Weike, A. I., Stockburger, J., & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: An ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189-200. doi: 10.1037/1528-3542.4.2.189
- Sullivan, S., & Ruffman, T. (2004). Emotion recognition deficits in the elderly. *International Journal of Neuroscience*, 114(3), 403-432. doi: 10.1080/00207450490270901
- Surguladze, S. A., Young, A. W., Senior, C., Brébion, G., Travis, M. J., & Phillips, M. L. (2004). Recognition accuracy and response bias to happy and sad facial expressions in patients with major depression. *Neuropsychology*, 18(2), 212-218. doi: 10.1037/0894-4105.18.2.212
- Taylor, S. E. (1991). Asymmetrical effects of positive and negative events: The mobilization-minimization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110(1), 67-85. doi: 10.1037/0033-2909.110.1.67
- Tessitore, A., Hariri, A. R., Fera, F., Smith, W. G., Das, S., Weinberger, D. R., & Mattay, V. S. (2005). Functional changes in the activity of brain regions underlying emotion processing in the elderly. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 139(1), 9-18. doi: 10.1016/j.psychres.2005.02.009
- Tomaszczyk, J. C., Fernandes, M. A., & MacLeod, C. M. (2008). Personal relevance modulates the positivity bias in recall of emotional pictures in older adults. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(1), 191-196. doi: 10.3758/PBR.15.1.191
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., ... Nelson, C. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*, 168(3), 242-249. doi: 10.1016/j.psychres.2008.05.006
- van Dinteren, R., Arns, M., Jongsma, M. L., & Kessels, R. P. (2014). Combined frontal and parietal P300 amplitudes indicate compensated cognitive processing across the lifespan. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, Article 294. doi: 10.3389/fnagi.2014.00294

- Weinberg, A., & Hajcak, G. (2010). Beyond good and evil: The time-course of neural activity elicited by specific picture content. *Emotion, 10*(6), 767-782. doi: 10.1037/a0020242
- Williams, L. M., Brown, K. J., Palmer, D., Liddell, B. J., Kemp, A. H., Olivieri, G., ... Gordon, E. (2006). The mellow years?: Neural basis of improving emotional stability over age. *Journal of Neuroscience, 26*(24), 6422-6430. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0022-06.2006
- Winningham, R. G., & Pike, N. L. (2007). A cognitive intervention to enhance institutionalized older adults' social support networks and decrease loneliness. *Aging & Mental Health, 11*(6), 716-721. doi: 10.1080/13607860701366228
- Wood, S., & Kisley, M. A. (2006). The negativity bias is eliminated in older adults: age-related reduction in event-related brain potentials associated with evaluative categorization. *Psychology and Aging, 21*(4), 815-820. doi: 10.1037/0882-7974.21.4.815
- Wrzus, C., Hänel, M., Wagner, J., & Neyer, F. J. (2013). Social network changes and life events across the life span: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 139*(1), 53-80. doi: 10.1037/a0028601
- Yuan, J., Zhang, Q., Chen, A., Li, H., Wang, Q., Zhuang, Z., & Jia, S. (2007). Are we sensitive to valence differences in emotionally negative stimuli? Electrophysiological evidence from an ERP study. *Neuropsychologia, 45*(12), 2764-2771. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.04.018
- Zhu, C., He, W., Qi, Z., Wang, L., Song, D., Zhan, L., ... Luo, W. (2015). The time course of emotional picture processing: An event-related potential study using a rapid serial visual presentation paradigm. *Frontiers in Psychology, 6*, Article 954. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00954

## **Discussion générale**

L'objectif de la présente étude était d'examiner les effets liés à l'âge du biais de négativité sur un substrat neurophysiologique tardif du traitement des EFE. Pour ce faire, des jeunes adultes (16-28 ans) et des adultes âgés (55-75 ans) en bonne santé ont complété une tâche d'identification des émotions pendant laquelle des mesures électrophysiologiques et comportementales ont été enregistrées.

### **Suppression de la composante LPP liée au biais de négativité chez les adultes âgés**

Conformément à notre première hypothèse de recherche, les résultats obtenus révèlent d'abord une réduction significative de l'amplitude de la composante LPP chez la population d'adultes âgés lors de l'identification des visages de colère comparativement aux visages joyeux ou neutres. Ce patron de résultats est l'inverse de celui retrouvé chez les jeunes adultes, lesquels montrent plutôt une activité cérébrale accrue de la composante LPP lors de l'identification des visages de colère par rapport aux visages joyeux ou neutres. Les résultats obtenus chez les adultes âgés suggèrent que le vieillissement affecte le patron d'activation caractérisé par une élimination du biais de négativité dans le traitement des EFE.

Cette étude est particulièrement novatrice et intéressante, puisqu'elle se distingue de la majorité des études sur la composante LPP dont l'approche consiste généralement à mesurer l'amplitude moyenne générée par des images provenant de l'IAPS. En utilisant

l'EFE comme stimuli socialement saillants par opposition aux stimuli IAPS conventionnels, les résultats de l'étude actuelle mettent en évidence la polyvalence de la composante LPP en tant que marqueur électrophysiologique objectif de la modulation du biais de négativité lié à l'âge. Il existe très peu de recherches sur les substrats neuronaux du traitement des EFE chez les personnes âgées. Les EFE revêtent une importance particulière pour la socialisation (Keightley et al., 2006), et cette étude permet d'élargir la compréhension de l'élimination du biais de négativité au niveau des interactions sociales, soit les capacités des individus à répondre aux opportunités et aux défis sociaux.

Les résultats sont conformes aux attentes en fonction des études antérieures réalisées auprès de personnes âgées. Parmi celles-ci, des études ERP rapportent une activation cérébrale significativement plus faible lors de tâches de catégorisation (Kisley et al., 2007; Mathieu et al., 2014; Wood & Kisley, 2006) ou de visualisation d'images négatives (Renfroe, Bradley, Sege, & Bowers, 2016) chez les adultes âgés comparativement à la population plus jeune. Kisley et al. (2007) ont par ailleurs indiqué un effet d'interaction entre l'âge et la valence émotionnelle sur l'amplitude LPP, laquelle concorde avec l'élimination du biais de négativité selon une perspective développementale (échantillon 18-81 ans). À cet effet, alors que l'amplitude de la composante LPP ne différait pas selon l'âge en réponse à la catégorisation d'images positives, l'amplitude LPP évoquée par les images négatives était inversement associée à l'âge, indiquant que les adultes âgés consacrent moins de ressources cognitives sélectivement pour le traitement des stimuli négatifs et cette relation est aussi vraie pour les stimuli socialement saillants. Le fait de

reproduire les résultats de la littérature, cette fois-ci avec de nouveaux stimuli (EFE), démontre que cet effet émotionnel est reproductible. Cela valide la proposition selon laquelle les différences constatées entre les deux populations sont réelles, en ce sens qu'elles ne sont pas simplement le produit de facteurs environnementaux. De plus, il existe encore beaucoup de controverse concernant les réseaux neuronaux responsables du traitement des EFE. Les résultats de cette étude soutiennent l'utilité de la composante électrophysiologique LPP comme marqueur électrophysiologique objectif du biais de négativité dans le traitement des émotions (Delplanque, Silvert, Hot, Rigoulot, & Sequeira, 2006; Huang & Luo, 2006; Ito et al., 1998; Weinberg & Hajcak, 2010; Wood & Kisley, 2006; Zhu et al., 2015) et des visages à valences négatives (Schupp, Ohman et al., 2004).

La suppression de l'activité cérébrale liée aux contenus négatifs est également observée lors de paradigmes requérant de supprimer de façon volontaire du contenu négatif ou de réévaluer les images négatives (Hajcak et al., 2009; Moser, Hajcak, Bukay, & Simons, 2006; Moser, Krompinger, Dietz, & Simons, 2009). L'amplitude LPP serait associée à l'attention sélective et soutenue (Cuthbert et al., 2000; Olofsson et al., 2008) ainsi que la motivation de l'individu à traiter les images émotionnelles (Cuthbert et al., 2000; Ferrari et al., 2008; Foster et al., 2013; Gable & Adams, 2013; Hajcak et al., 2009, 2010; Leite et al., 2012; Olofsson et al., 2008; Schupp et al., 2000; Weinberg & Hajcak, 2010). Les résultats de la présente étude soulèvent la possibilité que la suppression des mécanismes électrophysiologiques liés au traitement motivationnel des EFE résulte d'un

processus volontaire, ce qui serait compatible avec la théorie SST (Carstensen, 1992; Carstensen et al., 1999). À titre de rappel, la théorie SST postule qu'une perspective temporelle limitée liée à l'avancement de l'âge entraînerait une motivation à poursuivre des objectifs significatifs sur le plan émotionnel et par conséquent, modifierait la hiérarchie des objectifs. En d'autres termes, les adultes âgés investiraient leurs ressources cognitives afin d'optimiser leur bien-être émotionnel, soit en priorisant volontairement le traitement des émotions positives ou en supprimant le traitement des émotions négatives (élimination du biais de négativité).

Les EFE induisent des réponses neuronales qui fournissent une rétroaction comportementale immédiate dans les situations sociales (Öhman et al., 2001). Elles nous permettent de déduire rapidement les états d'esprit et de comprendre les sentiments et les intentions des autres, éviter les conflits, fournir un soutien social, et devenir un partenaire social empathique (Carstensen & Charles, 1998). Les résultats de cette étude suggèrent que les personnes âgées soient moins réactives aux EFE négatives au cours du vieillissement normal. Il semble donc plausible que ce patron d'activation supporte l'existence de changements dans le fonctionnement social des personnes vieillissantes, reflétés par la diminution de la taille de la LPP lors de l'identification des EFE. La littérature scientifique sur le vieillissement socioémotionnel suggère que les gens entretiennent moins de liens sociaux et d'activités lorsqu'ils vieillissent, ayant pour conséquence un rétrécissement de leur réseau social (Böger & Huxhold, 2018; Fredrickson & Carstensen 1990; Huxhold, Fiori, & Windsor, 2013; Wrzus, Hänel,



Wagner, & Neyer, 2013). À l'origine, les chercheurs attribuaient ce phénomène à la diminution des rôles sociaux, par le décès des proches et aux limitations fonctionnelles qui réduisent la participation sociale (Fredrickson & Carstensen, 1990; Winningham & Pike, 2007). En contradiction avec ces hypothèses, la théorie SST stipule que le rétrécissement social relève plutôt d'un processus d'élagage proactif tout au long de la vie, les personnes âgées excluent les connaissances moins significatives et conservent de manière sélective un noyau stable et intime de personnes proches (Carstensen, 1992; English & Carstensen, 2014; Fung, Carstensen, & Lang, 2001; Fung, Carstensen, & Lutz, 1999). D'ailleurs, ce rétrécissement délibéré du monde social est bénéfique pour la santé mentale et est associé à un meilleur équilibre émotionnel (English & Carstensen, 2014). D'autres études ont mis en évidence des changements liés à l'âge, et ce, tant dans la sélection des partenaires sociaux que dans les stratégies de gestion des conflits interpersonnels (Birditt, Fingerman, & Almeida, 2005; Charles, 2010; Luong, Charles & Fingerman, 2011). Birditt et al. (2005) proposent que les personnes âgées soient plus susceptibles d'éviter volontairement les échanges sociaux négatifs, comme les conflits, avec leurs proches. Cette analyse permet d'envisager le vieillissement normal autrement qu'en termes de déclin cognitif et qu'au contraire, certains changements liés à l'âge peuvent être considérés comme « positifs » et être la source d'une plus grande adaptation du fonctionnement cognitif.

### **Suppression de l'activité générale de la composante LPP chez les adultes âgés**

Comparativement aux jeunes adultes, les résultats de la présente étude révèlent une réduction significative de l'amplitude de la composante LPP pour l'ensemble des EFE (colère, joie, neutre) chez les adultes âgés. Ce résultat suggère que l'effet du vieillissement sur les mécanismes électrophysiologiques sous-tendant la LPP serait généralisé à l'ensemble des EFE.

Les résultats obtenus à cette étude sont tout à fait cohérents avec les études antérieures ayant démontré les effets du vieillissement sur les mécanismes neurophysiologiques sous-tendant la LPP (Rehmert & Kisley, 2013; Renfroe et al., 2016; Wood & Kisley, 2006). Ces études rapportent une réduction significative de la LPP chez les adultes âgés pour l'ensemble des images émotionnelles, indépendamment de leur valence. De plus, ce résultat est cohérent avec l'effet observé de l'âge sur des composantes ERP connexes, telle que la P300 en réponse à des stimuli plus rudimentaires, comme des formes visuelles et des stimuli auditifs (pour une revue, voir Kok, 2000; Bashore, Ridderinkhof, & van der Molen, 1997; Polich, 1997).

Les effets du vieillissement normal sur les mécanismes cognitifs sont bien documentés dans la littérature (Park et al., 2002; Salthouse, 1996) et les données issues des études ERP contribuent à l'avancement des connaissances en objectivant directement les changements cérébraux sous-jacents aux capacités cognitives altérées (Bennett, Golob, & Starr, 2004; Kok, 2000). Considérant que la LPP reflète l'attribution et le maintien de

l'attention vers les stimuli émotionnels (Hajcak et al., 2009; Olofsson et al., 2008; Schupp, Junghofer et al., 2004), il est possible que les résultats soient expliqués par une réduction globale de l'attention dans le traitement et la pertinence des EFE avec l'âge. De plus, certaines recherches suggèrent que les adultes âgées éprouvent parfois des difficultés lors de la reconnaissance de visages neutres (McDowell, Harrison, & Demaree, 1994) ou lorsqu'elles essaient de se souvenir des visages neutres (Bartlett & Leslie, 1986; Bartlett, Leslie, Tubbs, & Fulton, 1989), ce qui pourrait aussi contribuer à une modulation générale plus faible de la composante LPP, indépendamment de la valence.

Dans un autre ordre d'idée, les études de neuroimagerie suggèrent des différences liées à l'âge en ce qui a trait aux réseaux corticaux impliqués lors du traitement de l'EFE (Keightley et al., 2007), en faveur d'une distribution plus frontale chez les personnes âgées (Fischer, Nyberg, & Bäckman, 2010; Gunning-Dixon et al., 2003; Tessitore et al., 2005). Ces résultats sont cohérents avec les principes de base de la théorie du vieillissement « changements postérieur-antérieur », lesquels suggèrent une diminution de l'activation cérébrale postérieure vers l'activation des régions antérieures (Davis, Dennis, Daselaar, Fleck, & Cabeza, 2008). Le déplacement de l'activation cérébrale liée à l'âge est considéré comme un mécanisme compensatoire, du moins lorsqu'il est associé à une performance cognitive similaire ou améliorée comparativement aux jeunes adultes (O'Connell et al., 2012; Reuter-Lorenz, 2013; van Dinteren, Arns, Jongsma, & Kessels, 2014). La diminution de l'activation des régions postérieures observée au niveau de la composante LPP pourrait servir de preuve quant à l'existence d'un tel mécanisme de compensation,

ce qui expliquerait entre autres les performances équivalentes dans les deux groupes d'âge (Riis et al., 2009). En appui avec cette hypothèse, certaines études ERP rapportent une diminution de l'activité postérieure liée à l'âge (Ally, Simons, McKeever, Peers, & Budson, 2008; Anderer, Semlitsch, & Saletu, 1996; Fjell & Walhovd, 2001; Friedman, Kazmerski, & Fabiani, 1997). Celle-ci demeure toutefois spéculative et nécessite des analyses supplémentaires afin d'être validée en raison du fait que cette étude n'a pas mesuré le traitement cognitif situé aux zones antérieures.

### **Données comportementales**

Cette étude comportait également l'évaluation de données comportementales en lien avec l'identification des EFE, notamment les temps de réaction et la justesse des réponses. Tel que prévu, les résultats montrent un effet principal de groupe, où les adultes âgés ont montré des temps de réaction significativement plus longs pour identifier les EFE que les jeunes adultes. Ces résultats sont cohérents avec la littérature comportementale, lesquels suggèrent un ralentissement général de la vitesse de traitement chez les adultes âgés (Salthouse, 1996). De plus, ce résultat est aligné avec ceux d'autres études évoquant que les adultes âgés sont significativement moins rapides que les jeunes adultes pour identifier les EFE (Rousselet et al., 2009).

L'hypothèse initiale que les adultes âgés seraient moins précis à identifier les EFE négatives ne s'est toutefois pas concrétisée. Ces résultats contrastent avec ceux issus d'études antérieures qui montraient une réduction liée à l'âge de la capacité à identifier

des émotions (voir la méta-analyse de Goncalves et al., 2018; Ruffman et al., 2008), et ce, de façon d'autant plus marquée pour la reconnaissance des EFE négatives (Calder et al., 2003; Isaacowitz et al., 2007; Mill et al., 2009; Ruffman et al., 2008). Certains facteurs peuvent expliquer cet écart entre la présente étude et celles relevées ci-haut. Premièrement, l'échantillon de cette étude comporte des adultes âgés ayant été sélectionnés en fonction de critères d'exclusion de santé stricts (p. ex., aucun antécédent de lésion cérébrale traumatique ou de commotion cérébrale liée au sport, aucun antécédent d'abus d'alcool ou de substances, aucun problème de santé nécessitant des médicaments quotidiens, aucun trouble psychiatrique ou trouble d'apprentissage diagnostiqué). Bien que permettant de mieux isoler l'effet de l'âge et des nombreuses comorbidités qui l'accompagnent, ces critères de sélection ont eu pour effet d'introduire un biais de sélection, rendant ainsi nos trouvailles peu représentatives de la population générale. À cet effet, il est fort probable que le haut niveau d'éducation de notre échantillon ait pu influencer les résultats entre les deux groupes (Goncalves et al., 2018). Par ailleurs, il est important de considérer les propriétés méthodologiques propres aux différentes études. En l'occurrence, le temps de présentation des stimuli au sein de notre étude était délibérément plus long afin de s'ajuster au ralentissement du traitement de l'information lié à l'âge (Salthouse, 1996). Or, il est possible que cette manipulation expérimentale, en plus d'avoir restreint le choix à seulement deux des six expressions faciales émotionnelles de base afin de réduire la charge cognitive, ait pu modifier le patron de performance des participants par rapport aux études précédentes (Orgeta, 2010). Il est également possible que l'ajustement de ces paramètres ait diminué à la fois le degré de difficulté ainsi que la

sensibilité de la tâche afin de détecter une différence dans la justesse des réponses entre les deux groupes.

### **Limites de cette étude**

Cette étude comporte certaines limites qui doivent être prises en considération dans l'interprétation des résultats. D'abord, la valence subjective des EFE utilisées lors de la tâche de catégorisation n'a pas été évaluée explicitement par les participants (Kisley et al., 2007; Williams et al., 2006; Wood & Kisley, 2006). Cette étape préalable aurait permis de réduire la contamination émotionnelle subjective sur la catégorisation explicite des stimuli (Carretié, Iglesias, Garcia, & Ballesteros, 1997). Ensuite, il semblerait également possible que le degré de familiarité des stimuli présentés ait pu influencer l'expérience émotionnelle du groupe vieillissant. En effet, comme les EFE ont été exprimées exclusivement par de jeunes acteurs, il se pourrait que les adultes âgés aient été moins attentifs à l'endroit des stimuli observés, conduisant à une réduction de l'activité cérébrale au cours des étapes de traitement évaluatif. À cet effet, des études électrophysiologiques antérieures ont montré que les participants déploient une plus grande attention à l'endroit des visages correspondant à leur propre groupe d'âge (Ebner, He, Fichtenholtz, McCarthy, & Johnson, 2011, Ebner et al., 2013).

### **Considérations futures**

L'objectif de la présente étude était d'examiner les effets liés à l'âge du biais de négativité sur un substrat neurophysiologique tardif du traitement des EFE chez des jeunes

adultes (16-28 ans) et des adultes âgés (55-75 ans) en bonne santé. Il s'agit d'un champ d'étude relativement récent qui a reçu des confirmations de plus en plus nombreuses, mais qui reste également controversé. Il serait pertinent d'approfondir davantage notre compréhension de la suppression du biais de négativité en conduisant des études avec des méthodes de neuroimagerie avancées qui permettraient d'investiguer les possibles modifications des structures cérébrales impliquées dans le traitement des EFE au cours du vieillissement. De plus, l'ajout d'études incluant des échantillons de différents âges (enfants, adolescents, adultes d'âge moyen et retraité) permettrait d'approfondir notre compréhension des effets de l'élimination du biais de négativité en fonction de l'âge spécifiquement au traitement des EFE. Finalement, il serait également intéressant d'approfondir notre compréhension de la suppression du biais de négativité au cours du vieillissement spécifique au traitement des émotions auprès de populations cliniques et l'impact sur le plan affectif. À l'heure actuelle, ce phénomène n'a pas encore été évalué dans le vieillissement pathologique, tel que les maladies neurodégénératives; cela pourrait ouvrir des perspectives cliniques, notamment en termes de prise en charge.

## **Conclusion générale**



Le but de cet essai était d'examiner l'interaction entre le vieillissement et l'élimination du biais de négativité sur une composante ERP tardive (LPP) impliquée dans le traitement des EFE chez des jeunes adultes (16-28 ans) et des adultes âgés (55-75 ans) en bonne santé. En somme, le présent essai fournit de nouvelles évidences des effets du vieillissement sur les substrats neurophysiologiques impliqués dans le traitement des EFE, lors du traitement élaboratif des EFE chez les jeunes et les adultes âgés. Ces résultats suggèrent que le vieillissement module les corrélats électrophysiologiques des EFE et appuient la notion d'une atténuation du biais de négativité au cours du vieillissement normal. De plus, le présent essai démontre que les atteintes des mécanismes sous-jacents au traitement des stimuli émotionnels sont affectées par la valence des EFE. Ces résultats supportent l'importance de considérer la perception des émotions dans la prise en charge des personnes vieillissantes. Finalement, cette étude souligne également la sensibilité des ERP comme technique d'investigation pour détecter des anomalies de l'activation cérébrale impliquée dans le traitement des EFE à la suite du vieillissement cognitif.

## Références générales

- Abramson, L. Y., Metalsky, G., & Alloy, L. B. (1989). Hopelessness depression: A theory-based subtype of depression. *Psychological Review*, 96(2), 358-372. doi: 10.1037/0033-295X.96.2.358
- Adolphs, R., Russell, J. A., & Tranel, D. (1999). A role for the human amygdala in recognizing emotional arousal from unpleasant stimuli. *Psychological Science*, 10(2), 167-171. doi: 10.1111/1467-9280.00126
- Allen, J. S., Bruss, J., Brown, C. K., & Damasio, H. (2005). Normal neuroanatomical variation due to age: The major lobes and a parcellation of the temporal region. *Neurobiology of Aging*, 26(9), 1245-1260. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2005.05.023
- Ally, B. A., Simons, J. S., McKeever, J. D., Peers, P. V., & Budson, A. E. (2008). Parietal contributions to recollection: Electrophysiological evidence from aging and patients with parietal lesions. *Neuropsychologia*, 46(7), 1800-1812. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.026
- Anderer, P., Semlitsch, H. V., & Saletu, B. (1996). Multichannel auditory event-related brain potentials: Effects of normal aging on the scalp distribution of N1, P2, N2 and P300 latencies and amplitudes. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 99(5), 458-472. doi: 10.1016/S0013-4694(96)96518-9
- Barber, S. J., Opitz, P. C., Martins, B., Sakaki, M., & Mather, M. (2016). Thinking about a limited future enhances the positivity of younger and older adults' recall: Support for socioemotional selectivity theory. *Memory & Cognition*, 44(6), 869-882. doi: 10.3758/s13421-016-0612-0
- Bartlett, J. C., & Leslie, J. E. (1986). Aging and memory for faces versus single views of faces. *Memory & Cognition*, 14(5), 371-381.
- Bartlett, J. C., Leslie, J. E., Tubbs, A., & Fulton, A. (1989). Aging and memory for pictures of faces. *Psychology and Aging*, 4(3), 276-283. doi: 10.1037/0882-7974.4.3.276
- Bashore, T. R., Ridderinkhof, K. R., & van der Molen, M. W. (1997). The decline of cognitive processing speed in old age. *Current Directions in Psychological Science*, 6(6), 163-169. doi: 10.1111/1467-8721.ep10772944

- Batty, M., & Taylor, M. J. (2003). Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 613-620. doi: 10.1016/s0926-6410(03)00174-5
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., & Vohs, K. D. (2001). Bad is stronger than good. *Review of General Psychology*, 5(4), 323-370. doi: 10.1037/1089-2680.5.4.323
- Beck, A. T. (1976). *Cognitive therapy and emotional disorders*. New York, NY: International Universities Press.
- Beck, A. T. (1987). Cognitive models of depression. *Journal of Cognitive Psychotherapy: An International Quarterly*, 1, 5-37.
- Bennett, I. J., Golob, E. J., & Starr, A. (2004). Age-related differences in auditory event-related potentials during a cued attention task. *Clinical Neurophysiology*, 115(11), 2602-2615. doi: 10.1016/j.clinph.2004.06.011
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6), 551-565. doi: 10.1162/jocn.1996.8.6.551
- Berntson, G. G., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Cacioppo, J. T. (2007). Amygdala contribution to selective dimensions of emotion. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2(2), 123-129. doi: 10.1093/scan/nsm008
- Birditt, K. S., Fingerman, K. L., & Almeida, D. M. (2005). Age differences in exposure and reactions to interpersonal tensions: A daily diary study. *Psychology and Aging*, 20(2), 330-340. doi: 10.1037/0882-7974.20.2.330
- Böger, A., & Huxhold, O. (2018). Do the antecedents and consequences of loneliness change from middle adulthood into old age?. *Developmental Psychology*, 54(1), 181-197. doi: 10.1037/dev0000453
- Britton, J. C., Taylor, S. F., Sudheimer, K. D., & Liberzon, I. (2006). Facial expressions and complex IAPS pictures: Common and differential networks. *Neuroimage*, 31(2), 906-919. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.12.050
- Brosch, T., Sander, D., Pourtois, G., & Scherer, K. R. (2008). Beyond fear: Rapid spatial orienting toward positive emotional stimuli. *Psychological Science*, 19(4), 362-370. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02094.x

- Brown, J. S. (1948). Gradients of approach and avoidance responses and their relation to level of motivation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 41(6), 450-465. doi: 10.1037/h0055463
- Buchner, A., Rothermund, K., Wentura, D., & Mehl, B. (2004). Valence of distractor words increases the effects of irrelevant speech on serial recall. *Memory & Cognition*, 32(5), 722-731. doi: 10.3758/bf03195862
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97(4), 523-547. doi: 10.1037/0033-295X.97.4.523
- Bundesen, C., Habekost, T., & Kyllingsbaek, S. (2005). A neural theory of visual attention: Bridging cognition and neurophysiology. *Psychological Review*, 112(2), 291-328. doi: 10.1037/0033-295X.112.2.291
- Cacioppo, J. T., & Berntson, G. G. (1994). Relationship between attitudes and evaluative space: A critical review, with emphasis on the separability of positive and negative substrates. *Psychological Bulletin*, 115(3), 401-423. doi: 10.1037/0033-2909.115.3.401
- Cacioppo, J. T., Berntson, G. G., Bechara, A., Tranel, D., & Hawkley, L. C. (2011). Could an aging brain contribute to subjective well-being? The value added by a social neuroscience perspective. Dans A. Todorov, S. T. Fiske, & D. A. Prentice (Éds), *Social neuroscience: Toward understanding the underpinnings of the social mind* (pp. 249-262). New York, NY: Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195316872.003.0017
- Cacioppo, J. T., & Gardner, W. L. (1999). Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 191-214. doi: 10.1146/annurev.psych.50.1.191
- Calder, A. J., Keane, J., Manly, T., Sprengelmeyer, R., Scott, S., Nimmo-Smith, I., & Young, A. W. (2003). Facial expression recognition across the adult life span. *Neuropsychologia*, 41(2), 195-202. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00149-5
- Carretié, L., Iglesias, J., Garcia, T., & Ballesteros, M. (1997). N300, P300 and the emotional processing of visual stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103(2), 298-303. doi: 10.1016/S0013-4694(96)96565-7
- Carretié, L., Mercado, F., Tapia, M., & Hinojosa, J. A. (2001). Emotion, attention and the 'negativity bias', studied through event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 41(1), 75-85. doi: 10.1016/S0167-8760(00)00195-1
- Carstensen, L. L. (1992). Social and emotional patterns in adulthood: Support for socioemotional selectivity theory. *Psychology and Aging*, 7(3), 331-338.

- Carstensen, L. L., & Charles, S. T. (1998). Emotion in the second half of life. *Psychological Science*, 7(5), 144-149. doi: 10.1111/1467-8721.ep10836825
- Carstensen, L. L., & DeLiema, M. (2018). The positivity effect: A negativity bias in youth fades with age. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 19, 7-12. doi: 10.1016/j.cobeha.2017.07.009
- Carstensen, L. L., Isaacowitz, D. M., & Charles, S. T. (1999). Taking time seriously. A theory of socioemotional selectivity. *American Psychologist*, 54(3), 165-181. doi: 10.1037/0003-066X.54.3.165
- Carstensen, L. L., Mikels, J. A., & Mather, M. (2006). Aging and the intersection of cognition, motivation and emotion. *Handbook of the Psychology of Aging*, 6, 343-362. doi: 10.1016/B978-012101264-9/50018-5
- Carstensen, L. L., Pasupathi, M., Mayr, U., & Nesselroade, J. R. (2000). Emotional experience in everyday life across the adult life span. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(4), 644-655. doi: 10.1037/0022-3514.79.4.644
- Carton, J. S., Kessler, E. A., & Pape, C. L. (1999). Nonverbal decoding skills and relationship well-being in adults. *Journal of Nonverbal Behavior*, 23(1), 91-100. doi: 10.1023/a:1021339410262
- Charles, S. T. (2010). Strength and vulnerability integration: A model of emotional well-being across adulthood. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1068-1091. doi: 10.1037/a0021232
- Charles, S. T., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and emotional memory: The forgettable nature of negative images for older adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(2), 310-324. doi: 10.1037/0096-3445.132.2.310
- Ciarrochi, J. V., Chan, A. Y. C., & Caputi, P. (2000). A critical evaluation of the emotional intelligence construct. *Personality and Individual Differences*, 28(3), 539-561. doi: 10.1016/s0191-8869(99)00119-1
- Cisler, J. M., Bacon, A. K., & Williams, N. L. (2009). Phenomenological characteristics of attentional biases towards threat: A critical review. *Cognitive Therapy and Research*, 33(2), 221-234. doi: 10.1007/s10608-007-9161-y
- Cisler, J. M., & Olatunji, B. O. (2010). Components of attentional biases in contamination fear: Evidence for difficulty in disengagement. *Behaviour Research Therapy*, 48(1), 74-78. doi: 10.1016/j.brat.2009.09.003

- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52(2), 95-111. doi: 10.1016/S0301-0511(99)00044-7
- Czapiński, J. (1985). Negativity bias in psychology: An analysis of Polish publications. *Polish Psychological Bulletin*, 16(1), 27-44.
- David, M., & Whalen, P. (2001). The amygdala: Vigilance and emotion. *Molecular Psychiatry*, 6(1), 13-34. doi: 10.1038/sj.mp.4000812
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., & Cabeza, R. (2008). Que PASA? The posterior-anterior shift in aging. *Cerebral Cortex*, 18(5), 1201-1209. doi: 10.1093/cercor/bhm155
- de Dieuleveult, A. L., Siemonsma, P. C., van Erp, J. B., & Brouwer, A.-M. (2017). Effects of aging in multisensory integration: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 80-94. doi: 10.3389/fnagi.2017.00080
- Delplanque, S., Silvert, L., Hot, P., Rigoulot, S., & Sequeira, H. (2006). Arousal and valence effects on event-related P3a and P3b during emotional categorization. *International Journal of Psychophysiology*, 60(3), 315-322. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2005.06.006
- Dennis, T. A., & Hajcak, G. (2009). The late positive potential: A neurophysiological marker for emotion regulation in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(11), 1373-1383. doi: 10.1111/j.1469-7610.2009.02168.x
- Ebner, N. C., He, Y., Fichtenholtz, H. M., McCarthy, G., & Johnson, M. K. (2011). Electrophysiological correlates of processing faces of younger and older individuals. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6(4), 526-535. doi: 10.1093/scan/nsq074
- Ebner, N. C., Johnson, M. K., & Fischer, H. (2012). Neural mechanisms of reading facial emotions in young and older adults. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 223. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00223
- Ebner, N. C., Johnson, M. R., Rieckmann, A., Durbin, K. A., Johnson, M. K., & Fischer, H. (2013). Processing own-age vs. other-age faces: Neuro-behavioral correlates and effects of emotion. *Neuroimage*, 78, 363-371. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.04.029

- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124-129. doi: 10.1037/h0030377
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Measuring facial movement. *Environmental Psychology and Nonverbal Behavior*, 1(1), 56-75. doi: 10.1007/BF01115465
- Elfenbein, H. A., & Ambady, N. (2002). On the universality and cultural specificity of emotion recognition: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 128(2), 203-235. doi: 10.1037/0033-2909.128.2.203
- Emery, L., & Hess, T. M. (2008). Viewing instructions impact emotional memory differently in older and young adults. *Psychology and Aging*, 23(1), 2-12. doi: 10.1037/0882-7974.23.1.2
- English, T., & Carstensen, L. L. (2014). Selective narrowing of social networks across adulthood is associated with improved emotional experience in daily life. *International Journal of Behavioral Development*, 38(2), 195-202. doi: 10.1177/0165025413515404
- Feng, M. C., Courtney, C. G., Mather, M., Dawson, M. E., & Davison, G. C. (2011). Age-related affective modulation of the startle eyeblink response: Older adults startle most when viewing positive pictures. *Psychology and Aging*, 26(3), 752-760. doi: 10.1037/a0023110
- Ferrari, V., Codispoti, M., Cardinale, R., & Bradley, M. M. (2008). Directed and motivated attention during processing of natural scenes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(10), 1753-1761. doi: 10.1162/jocn.2008.20121
- Fischer, H., Nyberg, L., & Bäckman, L. (2010). Age-related differences in brain regions supporting successful encoding of emotional faces. *Cortex*, 46(4), 490-497. doi: 10.1016/j.cortex.2009.05.011
- Fiske, S. T. (1980). Attention and weight in person perception: The impact of negative and extreme behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 38(6), 889-906. doi: 10.1037/0022-3514.38.6.889
- Fjell, A. M., & Walhovd, K. B. (2001). P300 and neuropsychological tests as measures of aging: scalp topography and cognitive changes. *Brain Topography*, 14(1), 25-40. doi: 10.1023/a:1012563605837
- Foster, S. M., Davis, H. P., & Kisley, M. A. (2013). Brain responses to emotional images related to cognitive ability in older adults. *Psychology and Aging*, 28(1), 179-190. doi: 10.1037/a0030928



- Frank, M. G., & Stennett, J. (2001). The forced-choice paradigm and the perception of facial expressions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(1), 75-85. doi: 10.1037/0022-3514.80.1.75
- Fredrickson, B. L., & Carstensen, L. L. (1990). Choosing social partners: How old age and anticipated endings make people more selective. *Psychology and Aging*, 5(3), 335-347. doi: 10.1037/0882-7974.5.3.335
- Friedman, D., Kazmerski, V., & Fabiani, M. (1997). An overview of age-related changes in the scalp distribution of P3b. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 104(6), 498-513. doi: 10.1016/S0168-5597(97)00036-1
- Fung, H. H., Carstensen, L. L., & Lang, F. R. (2001). Age-related patterns in social networks among European Americans and African Americans: Implications for socioemotional selectivity across the life span. *The International Journal of Aging and Human Development*, 52(3), 185-206. doi: 10.2190/1ABL-9BE5-M0X2-LR9V
- Fung, H. H., Carstensen, L. L., & Lutz, A. M. (1999). Influence of time on social preferences: Implications for life-span development. *Psychology and Aging*, 14(4), 595-604. doi: 10.1037//0882-7974.14.4.595
- Gable, P. A., & Adams, D. L. (2013). Non affective motivation modulates the sustained LPP (1,000-2,000 ms). *Psychophysiology*, 50(12), 1251-1254. doi: 10.1111/psyp.12135
- Goncalves, A. R., Fernandes, C., Pasion, R., Ferreira-Santos, F., Barbosa, F., & Marques-Teixeira, J. (2018). Effects of age on the identification of emotions in facial expressions: A meta-analysis. *PeerJ*, 6, Article e5278. doi: 10.7717/peerj.5278
- Gottman, J. M., & Krokoff, L. J. (1989). Marital interaction and satisfaction: A longitudinal view. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 57(1), 47-52. doi: 10.1037/0022-006X.57.1.47
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348-362. doi: 10.1037/0022-3514.85.2.348
- Gunning-Dixon, F. M., Gur, R. C., Perkins, A. C., Schroeder, L., Turner, T., Turetsky, B. I., ... Gur, R. E. (2003). Age-related differences in brain activation during emotional face processing. *Neurobiology of Aging*, 24(2), 285-295. doi: 10.1016/S0197-4580(02)00099-4

- Hajcak, G., Dunning, J. P., & Foti, D. (2009). Motivated and controlled attention to emotion: Time-course of the late positive potential. *Clinical Neurophysiology*, 120(3), 505-510. doi: 10.1016/j.clinph.2008.11.028
- Hajcak, G., MacNamara, A., & Olvet, D. M. (2010). Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: An integrative review. *Developmental Neuropsychology*, 35(2), 129-155. doi: 10.1080/87565640903526504
- Hajcak, G., & Olvet, D. M. (2008). The persistence of attention to emotion: Brain potentials during and after picture presentation. *Emotion*, 8(2), 250-255. doi: 10.1037/1528-3542.8.2.250
- Halberstadt, J. B., & Niedenthal, P. M. (1997). Emotional state and the use of stimulus dimensions in judgment. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(5), 1017-1033. doi: 10.1037/0022-3514.72.5.1017
- Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 917-924. doi: 10.1037/0022-3514.54.6.917
- Hilimire, M. R., Mienaltowski, A., Blanchard-Fields, F., & Corballis, P. M. (2014). Age-related differences in event-related potentials for early visual processing of emotional faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(7), 969-976. doi: 10.1093/scan/nst071
- Huang, Y. X., & Luo, Y. J. (2006). Temporal course of emotional negativity bias: An ERP study. *Neuroscience Letters*, 398(1-2), 91-96. doi: 10.1016/j.neulet.2005.12.074
- Huston, T. L., & Vangelisti, A. L. (1991). Socioemotional behavior and satisfaction in marital relationships: A longitudinal study. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61(5), 721-733. doi: 10.1037/0022-3514.61.5.721
- Huxhold, O., Fiori, K. L., & Windsor, T. D. (2013). The dynamic interplay of social network characteristics, subjective well-being, and health: The costs and benefits of socio-emotional selectivity. *Psychology and Aging*, 28(1), 3-16. doi: 10.1037/a0030170
- Isaacowitz, D. M., Lockenhoff, C. E., Lane, R. D., Wright, R., Sechrest, L., Riedel, R., & Costa, P. T. (2007). Age differences in recognition of emotion in lexical stimuli and facial expressions. *Psychology and Aging*, 22(1), 147-159. doi: 10.1037/0882-7974.22.1.147

- Isaacowitz, D. M., & Stanley, J. T. (2011). Bringing an ecological perspective to the study of aging and recognition of emotional facial expressions: Past, current, and future methods. *Journal of Nonverbal Behavior*, 35(4), 261-278. doi: 10.1007/s10919-011-0113-6
- Isaacowitz, D. M., Wadlinger, H. A., Goren, D., & Wilson, H. R. (2006a). Is there an age-related positivity effect in visual attention? A comparison of two methodologies. *Emotion*, 6(3), 511-516. doi: 10.1037/1528-3542.6.3.511
- Isaacowitz, D. M., Wadlinger, H. A., Goren, D., & Wilson, H. R. (2006b). Selective preference in visual fixation away from negative images in old age? An eye-tracking study. *Psychology and Aging*, 21(1), 40-48. doi: 10.1037/0882-7974.21.1.40
- Ishai, A., Schmidt, C. F., & Boesiger, P. (2005). Face perception is mediated by a distributed cortical network. *Brain Research Bulletin*, 67(1-2), 87-93. doi: 10.1016/j.brainresbull.2005.05.027
- Ito, T. A., & Cacioppo, J. T. (2000). Electrophysiological evidence of implicit and explicit categorization processes. *Journal of Experimental Social Psychology*, 36(6), 660-676. doi: 10.1006/jesp.2000.1430
- Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., & Cacioppo, J. T. (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: The negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(4), 887-900. doi: 10.1037/0022-3514.75.4.887
- Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1990). Experimental tests of the endowment effect and the coase theorem. *Journal of Political Economy*, 98(6), 1325-1348. doi: 10.1086/261737
- Kalenzaga, S., Lamidey, V., Ergis, A. M., Clarys, D., & Piolino, P. (2016). The positivity bias in aging: Motivation or degradation? *Emotion*, 16(5), 602-610. doi: 10.1037/emo0000170
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17(11), 4302-4311. doi: 10.1523/JNEUROSCI.17-11-04302.1997
- Kanwisher, N., & Yovel, G. (2006). The fusiform face area: A cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361(1476), 2109-2128. doi: 10.1098/rstb.2006.1934

- Keightley, M. L., Chiew, K. S., Winocur, G., & Grady, C. L. (2007). Age-related differences in brain activity underlying identification of emotional expressions in faces. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2(4), 292-302. doi: 10.1093/scan/nsm024
- Keightley, M. L., Winocur, G., Burianova, H., Hongwanishkul, D., & Grady, C. L. (2006). Age effects on social cognition: Faces tell a different story. *Psychology and Aging*, 21(3), 558-572. doi: 10.1037/0882-7974.21.3.558
- Kellough, J. L., & Knight, B. G. (2012). Positivity effects in older adults' perception of facial emotion: The role of future time perspective. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 67(2), 150-158. doi: 10.1093/geronb/gbr079
- Kennedy, Q., Mather, M., & Carstensen, L. L. (2004). The role of motivation in the age-related positivity effect in autobiographical memory. *Psychological Science*, 15(3), 208-214. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.01503011.x
- Kensinger, E. A., Brierley, B., Medford, N., Growdon, J. H., & Corkin, S. (2002). Effects of normal aging and Alzheimer's disease on emotional memory. *Emotion*, 2(2), 118-134. doi: 10.1037/1528-3542.2.2.118
- Kim, S., Healey, M. K., Goldstein, D., Hasher, L., & Wiprzycka, U. J. (2008). Age differences in choice satisfaction: A positivity effect in decision making. *Psychology and Aging*, 23(1), 33-38. doi: 10.1037/0882-7974.23.1.33
- Kisley, M. A., Wood, S., & Burrows, C. L. (2007). Looking at the sunny side of life age-related change in an event-related potential measure of the negativity bias. *Psychological Science*, 18(9), 838-843. doi: 10.1111/j.1467-9280.2007.01988.x
- Kok, A. (2000). Age-related changes in involuntary and voluntary attention as reflected in components of the event-related potential (ERP). *Biological Psychology*, 54(1-3), 107-143. doi: 10.1016/S0301-0511(00)00054-5
- Lang, F. R., & Carstensen, L. L. (2002). Time counts: future time perspective, goals, and social relationships. *Psychology and Aging*, 17(1), 125-139. doi: 10.1037/0882-7974.17.1.125
- Leclerc, C. M., & Kensinger, E. A. (2008). Effects of age on detection of emotional information. *Psychology and Aging*, 23(1), 209-215. doi: 10.1037/0882-7974.23.1.209
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23(1), 155-184. doi: 10.1146/annurev.neuro.23.1.155

- LeDoux, J. E. (2003). The emotional brain, fear, and the amygdala. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 23(4), 727-738. doi: 10.1023/A:1025048802629
- Leigland, L. A., Schulz, L. E., & Janowsky, J. S. (2004). Age related changes in emotional memory. *Neurobiology of Aging*, 25(8), 1117-1124. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2003.10.015
- Leite, J., Carvalho, S., Galdo-Alvarez, S., Alves, J., Sampaio, A., & Goncalves, O. F. (2012). Affective picture modulation: Valence, arousal, attention allocation and motivational significance. *International Journal of Psychophysiology*, 83(3), 375-381. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.12.005
- Lockenhoff, C. E., & Carstensen, L. L. (2007). Aging, emotion, and health-related decision strategies: Motivational manipulations can reduce age differences. *Psychology and Aging*, 22(1), 134-146. doi: 10.1037/0882-7974.22.1.134
- Logan, G. D. (1992). Attention and preattention in theories of automaticity. *The American Journal of Psychology*, 105(2), 317-339. doi: 10.2307/1423031
- Luck, S. J., & Kappeman, E. S. (Eds). (2011). *The oxford Handbook of event-related potential components*. New York, NY: Oxford University Press.
- Luong, G., Charles, S. T., & Fingerman, K. L. (2011). Better with age: Social relationships across adulthood. *Journal of Social and Personal Relationships*, 28(1), 9-23. doi: 10.1177/0265407510391362
- Mather, M., Canli, T., English, T., Whitfield, S., Wais, P., Ochsner, K., ... Carstensen, L. L. (2004). Amygdala responses to emotionally valenced stimuli in older and younger adults. *Psychological Science*, 15(4), 259-263. doi: 10.1111/j.0956-7976.2004.00662.x
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2003). Aging and attentional biases for emotional faces. *Psychological Science*, 14(5), 409-415. doi: 10.1111/1467-9280.01455
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 496-502. doi: 10.1016/j.tics.2005.08.005
- Mather, M., & Johnson, M. K. (2000). Choice-supportive source monitoring: Do our decisions seem better to us as we age? *Psychology and Aging*, 15(4), 596-606. doi: 10.1037/0882-7974.15.4.596
- Mather, M., & Knight, M. (2005). Goal-directed memory: The role of cognitive control in older adults' emotional memory. *Psychology and Aging*, 20(4), 554-570. doi: 10.1037/0882-7974.20.4.554

- Mathews, A., & Macleod, C. (1985). Selective processing of threat cues in anxiety states. *Behaviour Research and Therapy*, 23(5), 563-569. doi: 10.1016/0005-7967(85)90104-4
- Mathieu, N. G., Gentaz, E., Harquel, S., Vercueil, L., Chauvin, A., Bonnet, S., & Campagne, A. (2014). Brain processing of emotional scenes in aging: Effect of arousal and affective context. *Plos One*, 9(6), Article e99523. doi: 10.1371/journal.pone.0099523
- McDowell, C. L., Harrison, D. W., & Demaree, H. A. (1994). Is right hemisphere decline in the perception of emotion a function of aging?. *International Journal of Neuroscience*, 79(1-2), 1-11. doi: 10.3109/00207459408986063
- Mikels, J. A., & Shuster, M. M. (2016). The interpretative lenses of older adults are not rose-colored--just less dark: Aging and the interpretation of ambiguous scenarios. *Emotion*, 16(1), 94-100. doi: 10.1037/emo0000104
- Mill, A., Allik, J., Realo, A., & Valk, R. (2009). Age-related differences in emotion recognition ability: A cross-sectional study. *Emotion*, 9(5), 619-630. doi: 10.1037/a0016562
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (1998). A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*, 36(9), 809-848. doi: 10.1016/s0005-7967(98)00063-1
- Moser, J. S., Hajcak, G., Bukay, E., & Simons, R. F. (2006). Intentional modulation of emotional responding to unpleasant pictures: An ERP study. *Psychophysiology*, 43(3), 292-296. doi: 10.1111/j.1469-8986.2006.00402.x
- Moser, J. S., Krompinger, J. W., Dietz, J., & Simons, R. F. (2009). Electrophysiological correlates of decreasing and increasing emotional responses to unpleasant pictures. *Psychophysiology*, 46(1), 17-27. doi: 10.1111/j.1469-8986.2008.00721.x
- Norris, C. J. (2021). The negativity bias, revisited: Evidence from neuroscience measures and an individual differences approach. *Social Neuroscience*, 16(1), 68-82. doi: 10.1080/17470919.2019.1696225
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 242-249. doi: 10.1016/j.tics.2005.03.010
- O'Connell, R. G., Balsters, J. H., Kilcullen, S. M., Campbell, W., Bokde, A. W., Lai, R., ... Robertson, I. H. (2012). A simultaneous ERP/fMRI investigation of the P300 aging effect. *Neurobiology of Aging*, 33(10), 2448-2461. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2011.12.021

- Öhman, A. (2005). The role of the amygdala in human fear: Automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 953-958. doi: 10.1016/j.psyneuen.2005.03.019
- Öhman, A. (2009). Of snakes and faces: An evolutionary perspective on the psychology of fear. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(6), 543-552. doi: 10.1111/j.1467-9450.2009.00784.x
- Öhman, A., & Dimberg, U. (1978). Facial expressions as conditioned stimuli for electrodermal responses: A case of "preparedness"? *Journal of Personality and Social Psychology*, 36(11), 1251-1258. doi: 10.1037/0022-3514.36.11.1251
- Öhman, A., Eriksson, A., & Olofsson, C. (1975). One-trial learning and superior resistance to extinction of autonomic responses conditioned to potentially phobic stimuli. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88(2), 619-627. doi: 10.1037/h0078388
- Öhman, A., Lundqvist, D., & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 381-396. doi: 10.1037/0022-3514.80.3.381
- Öhman, A., & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108(3), 483-522. doi: 10.1037/0033-295x.108.3.483
- Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77(3), 247-265. doi: 10.1016/j.biopsycho.2007.11.006
- Organisation mondiale de la santé. (2016). *Rapport mondial sur le vieillissement et la santé* [en ligne]. Repéré à [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/206556/9789240694842\\_fre.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/206556/9789240694842_fre.pdf?sequence=1)
- Orgeta, V. (2010). Effects of age and task difficulty on recognition of facial affect. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 65(3), 323-327. doi: 10.1093/geronb/gbq007
- Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of visuospatial and verbal memory across the adult life span. *Psychology and Aging*, 17(2), 299-320. doi: 10.1037/0882-7974.17.2.299
- Peeters, G. (1971). The positive-negative asymmetry: On cognitive consistency and positivity bias. *European Journal of Social Psychology*, 1(4), 455-474. doi: 10.1002/ejsp.2420010405



- Peeters, G., & Czapinski, J. (1990). Positive-negative asymmetry in evaluations: The distinction between affective and informational negativity effects. *European Review of Social Psychology, 1*(1), 33-60. doi: 10.1080/14792779108401856
- Piguet, O., Connally, E., Krendl, A. C., Huot, J. R., & Corkin, S. (2008). False memory in aging: Effects of emotional valence on word recognition accuracy. *Psychology and Aging, 23*(2), 307-314. doi: 10.1037/0882-7974.23.2.307
- Pinkham, A. E., Griffin, M., Baron, R., Sasson, N. J., & Gur, R. C. (2010). The face in the crowd effect: Anger superiority when using real faces and multiple identities. *Emotion, 10*(1), 141-146. doi: 10.1037/a0017387
- Platt, B., Waters, A. M., Schulte-Koerne, G., Engelmann, L., & Salemink, E. (2017). A review of cognitive biases in youth depression: Attention, interpretation and memory. *Cognition and Emotion, 31*(3), 462-483. doi: 10.1080/02699931.2015.1127215
- Polich, J. (1997). EEG and ERP assessment of normal aging. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section, 104*(3), 244-256. doi: 10.1016/S0168-5597(97)96139-6
- Pratto, F., & John, O. P. (1991). Automatic vigilance: The attention-grabbing power of negative social information. *Journal of Personality and Social Psychology, 61*(3), 380-391.
- Puce, A., Allison, T., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1995). Face-sensitive regions in human extrastriate cortex studied by functional MRI. *Journal of Neurophysiology, 74*(3), 1192-1199. doi: 10.1152/jn.1995.74.3.1192
- Reed, A. E., & Carstensen, L. L. (2012). The theory behind the age-related positivity effect. *Frontiers in Psychology, 3*, Article 339. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00339
- Rehmert, A. E., & Kisley, M. A. (2013). Can older adults resist the positivity effect in neural responding? The impact of verbal framing on event-related brain potentials elicited by emotional images. *Emotion, 13*(5), 949-959. doi: 10.1037/a0032771
- Renfro, J. B., Bradley, M. M., Sege, C. T., & Bowers, D. (2016). Emotional modulation of the late positive potential during picture free viewing in older and young adults. *Plos One, 11*(9), Article e0162323. doi: 10.1371/journal.pone.0162323
- Reuter-Lorenz, P. A. (2013). Aging and cognitive neuroimaging: A fertile union. Perspectives on *Psychological Science, 8*(1), 68-71. doi: 10.1177/1745691612469023



- Riis, J. L., Chong, H., McGinnis, S., Tarbi, E., Sun, X., Holcomb, P. J., ... Daffner, K. R. (2009). Age-related changes in early novelty processing as measured by ERPs. *Biological Psychology*, 82(1), 33-44. doi: 10.1016/j.biopsycho.2009.05.003
- Riskey, D. R., & Birnbaum, M. H. (1974). Compensatory effects in moral judgment: Two rights don't make up for a wrong. *Journal of Experimental Psychology*, 103(1), 171-173. doi: 10.1037/h0036892
- Riskind, J., Williams, N. L., Gessner, T. L., Chrosniak, L. D., & Cortina, J. M. (2000). The looming maladaptive style: Anxiety, danger, and schematic processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(5), 837-852. doi: 10.1037/0022-3514.79.5.837
- Roalf, D. R., Pruis, T. A., Stevens, A. A., & Janowsky, J. S. (2011). More is less: Emotion induced prefrontal cortex activity habituates in aging. *Neurobiology and Aging*, 32(9), 1634-1650. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2009.10.007
- Rousselet, G. A., Husk, J. S., Pernet, C. R., Gaspar, C. M., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. (2009). Age-related delay in information accrual for faces: Evidence from a parametric, single-trial EEG approach. *Bmc Neuroscience*, 10(1), 1-20. doi: 10.1186/1471-2202-10-114
- Rozin, P., & Royzman, E. B. (2001). Negativity bias, negativity dominance, and contagion. *Personality and Social Psychology Review*, 5(4), 296-320. doi: 10.1207/S15327957PSPR0504\_2
- Ruffman, T., Henry, J. D., Livingstone, V., & Phillips, L. H. (2008). A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(4), 863-881. doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.01.001
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403-428. doi: 10.1037/0033-295x.103.3.403
- Sava, A. A., Krolak-Salmon, P., Delphin-Combe, F., Cloarec, M., & Chainay, H. (2017). Memory for faces with emotional expressions in Alzheimer's disease and healthy older participants: Positivity effect is not only due to familiarity. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 24(1), 1-28. doi: 10.1080/13825585.2016.1143444
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., Ito, T., & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257-261. doi: 10.1111/1469-8986.3720257

- Schupp, H. T., Junghofer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: An ERP analysis. *Psychophysiology*, 41(3), 441-449. doi: 10.1111/j.1469-8986.2004.00174.x
- Schupp, H. T., Ohman, A., Junghofer, M., Weike, A. I., Stockburger, J., & Hamm, A. O. (2004). The facilitated processing of threatening faces: An ERP analysis. *Emotion*, 4(2), 189-200. doi: 10.1037/1528-3542.4.2.189
- Seligman, M. E. (1970). On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77(5), 406-418. doi: 10.1037/h0029790
- Shamaskin, A. M., Mikels, J. A., & Reed, A. E. (2010). Getting the message across: Age differences in the positive and negative framing of health care messages. *Psychology and Aging*, 25(3), 746-751. doi: 10.1037/a0018431
- Shiffrin, R. M., & Czerwinski, M. P. (1988). A model of automatic attention attraction when mapping is partially consistent. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(3), 562-569. doi: 10.1037//0278-7393.14.3.562
- Shimokawa, A., Yatomi, N., Anamizu, S., Torii, S., Isono, H., Sugai, Y., & Kohno, M. (2001). Influence of deteriorating ability of emotional comprehension on interpersonal behavior in Alzheimer-type dementia. *Brain and Cognitive*, 47(3), 423-433. doi: 10.1006/brcg.2001.1318
- Skowronski, J. J., & Carlston, D. E. (1987). Social judgment and social memory: The role of cue diagnosticity in negativity, positivity, and extremity biases. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(4), 689-699. doi: 10.1037/0022-3514.52.4.689
- Smith, D. P., Hillman, C. H., & Duley, A. R. (2005). Influences of age on emotional reactivity during picture processing. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(1), 49-56. doi: 10.1093/geronb/60.1.P49
- Smith, N. K., Cacioppo, J. T., Larsen, J. T., & Chartrand, T. L. (2003). May I have your attention, please: Electrocortical responses to positive and negative stimuli. *Neuropsychologia*, 41(2), 171-183. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00147-1
- St Jacques, P. L., Bessette-Symons, B., & Cabeza, R. (2009). Functional neuroimaging studies of aging and emotion: Fronto-amygdalar differences during emotional perception and episodic memory. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 15(6), 819-825. doi: 10.1017/S1355617709990439

- St Jacques, P. L., Dolcos, F., & Cabeza, R. (2010). Effects of aging on functional connectivity of the amygdala during negative evaluation: A network analysis of fMRI data. *Neurobiology of Aging*, 31(2), 315-327. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.03.012
- Sullivan, S., & Ruffman, T. (2004). Emotion recognition deficits in the elderly. *International Journal of Neuroscience*, 114(3), 403-432. doi: 10.1080/00207450490270901
- Surcinelli, P., Codispoti, M., Montebanocci, O., Rossi, N., & Baldaro, B. (2006). Facial emotion recognition in trait anxiety. *Journal of Anxiety Disorders*, 20(1), 110-117. doi: 10.1016/j.janxdis.2004.11.010
- Suzuki, A., Hoshino, T., Shigemasu, K., & Kawamura, M. (2007). Decline or improvement? Age-related differences in facial expression recognition. *Biological Psychology*, 74(1), 75-84. doi: 10.1016/j.biopsycho.2006.07.003
- Sze, J. A., Goodkind, M. S., Gyurak, A., & Levenson, R. W. (2012). Aging and emotion recognition: Not just a losing matter. *Psychology and Aging*, 27(4), 940-950. doi: 10.1037/a0029367
- Taylor, S. E. (1991). Asymmetrical effects of positive and negative events: The mobilization-minimization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110(1), 67-85. doi: 10.1037/0033-2909.110.1.67
- Tessitore, A., Hariri, A. R., Fera, F., Smith, W. G., Das, S., Weinberger, D. R., & Mattay, V. S. (2005). Functional changes in the activity of brain regions underlying emotion processing in the elderly. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 139(1), 9-18. doi: 10.1016/j.psychresns.2005.02.009
- Thomas, R. C., & Hasher, L. (2006). The influence of emotional valence on age differences in early processing and memory. *Psychology of Aging*, 21(4), 821-825. doi: 10.1037/0882-7974.21.4.821
- Tomaszczyk, J. C., & Fernandes, M. A. (2014). Age-related differences in attentional bias for emotional faces. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 21(5), 544-559. doi: 10.1080/13825585.2013.838201
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1991). Loss aversion in riskless choice: A reference-dependent model. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(4), 1039-1061. doi: 10.2307/2937956

- van Bockstaele, B., Verschuere, B., Tibboel, H., De Houwer, J., Crombez, G., & Koster, E. H. (2014). A review of current evidence for the causal impact of attentional bias on fear and anxiety. *Psychological Bulletin*, 140(3), 682-721. doi: 10.1037/a0034834
- van Dinteren, R., Arns, M., Jongsma, M. L., & Kessels, R. P. (2014). Combined frontal and parietal P300 amplitudes indicate compensated cognitive processing across the lifespan. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, Article 294. doi: 10.3389/fnagi.2014.00294
- Vieillard, S., & Harm, J. (2013). La régulation des émotions au cours du vieillissement normal. *L'Année Psychologique*, 11, 595-628.
- Weinberg, A., & Hajcak, G. (2010). Beyond good and evil: The time-course of neural activity elicited by specific picture content. *Emotion*, 10(6), 767-782. doi: 10.1037/a0020242
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272-292. doi: 10.1037/0033-2909.120.2.272
- Wilhelm, O., Hildebrandt, A., Manske, K., Schacht, A., & Sommer, W. (2014). Test battery for measuring the perception and recognition of facial expressions of emotion. *Frontiers in Psychology*, 5, Article 404. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00404
- Williams, L. M., Brown, K. J., Palmer, D., Liddell, B. J., Kemp, A. H., Olivieri, G., ... Gordon, E. (2006). The mellow years?: Neural basis of improving emotional stability over age. *Journal of Neuroscience*, 26(24), 6422-6430. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0022-06.2006
- Winningham, R. G., & Pike, N. L. (2007). A cognitive intervention to enhance institutionalized older adults' social support networks and decrease loneliness. *Aging & Mental Health*, 11(6), 716-721. doi: 10.1080/13607860701366228
- Winston, J. S., Gottfried, J. A., Kilner, J. M., & Dolan, R. J. (2005). Integrated neural representations of odor intensity and affective valence in human amygdala. *Journal of Neuroscience*, 25(39), 8903-8907. doi: 10.1523/JNEUROSCI.1569-05.2005
- Wood, S., & Kisley, M. A. (2006). The negativity bias is eliminated in older adults: Age-related reduction in event-related brain potentials associated with evaluative categorization. *Psychology and Aging*, 21(4), 815-820. doi: 10.1037/0882-7974.21.4.815
- Wronka, E., & Walentowska, W. (2014). Attentional modulation of the emotional expression processing studied with ERPs and sLORETA. *Journal of Psychophysiology*, 28(1), 32-46. doi: 10.1027/0269-8803/a000109

- Wrzus, C., Hänel, M., Wagner, J., & Neyer, F. J. (2013). Social network changes and life events across the life span: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 139(1), 53-80. doi: 10.1037/a0028601
- Zhu, C., He, W., Qi, Z., Wang, L., Song, D., Zhan, L., ... Luo, W. (2015). The time course of emotional picture processing: An event-related potential study using a rapid serial visual presentation paradigm. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 954. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00954
- Ziaei, M., & Fischer, H. (2016). Emotion and aging: The impact of emotion on attention, memory, and face recognition in late adulthood. Dans J. R. Absher & J. Cloutier (Éds), *Neuroimaging personality, social cognition, and character* (pp. 259-278). Cambridge, MA: Academic Press.